الوقود الحيوي وأجياله الجديد وآثاره المستقبلية على المياه والأمن الغذائي

أ.د. نادر نور الدين محمد



بطاقة فهرسة

مكتبة جزيرة الورد

اسم الكتاب : الوقود الحيوي وأجياله الجديدة

المؤلف : أ.د. نادر نور الدين محمد

رقم الإيداع :

الطبعة الأولى 2013

مكتبة جزيرة الورد
القاهرة : ٤ ميدان حليم خلف بنك فيصل
ش ٢٦ يوليو من ميدان الأوبرا ت : ٠١٠٠٠٠٤٠٤٦ ـ ٢٧٨٧٧٥٧٤
Tokoboko_5@yahoo.com

قائمة المحتويات

إهداء

إلى بلدي مصر التي عشقتها وتعيش أياما عصيبة بعد ثورة يناير 2011 ، ، ،

إلى كل من أحبوني وأحببتهم، ، ، ،

إلى كل عالم عاشق للعلم وهب عمره للبحث العلمي، ، ، ،

إلى أسرتي الصغيرة زوجتي نجوى وأبنائي محمد وياسر.

أهدي هذه المعاناة البحثية لجهد استمر عاما كاملا، ، ، ،

نادر

القاهرة في أول يناير 2013

■ المقدمة

استخدام الكائنات ومخلفات القطاع الزراعي في إنتاج الطاقة والمحروقات ليس بالجديد على البشرية فقد كان في بدء الحياة ويبدوا أنه سيستمر حتى نهايتها. فمنذ القدم عرف الإنسان استخدام الحطب والقش وفروع الأشجار وأخشاب الأشجار في الحصول على النار اللازمة لإعداد طعامه وتدفئته وإنارته، وسرعان ما ضم إليها روث المواشي ذات النيران الصافية الخالية من الدخان لتكون أول اكتشافا لغازات البوتجاز قبل اكتشافها لاحقا.

ومنذ بدء الإنتاج التجاري الواسع للوقود الحيوي بشقية الرئيسيين الإيثانول الحيوي Bioethanol كبديل للجازولين أو البنزين،

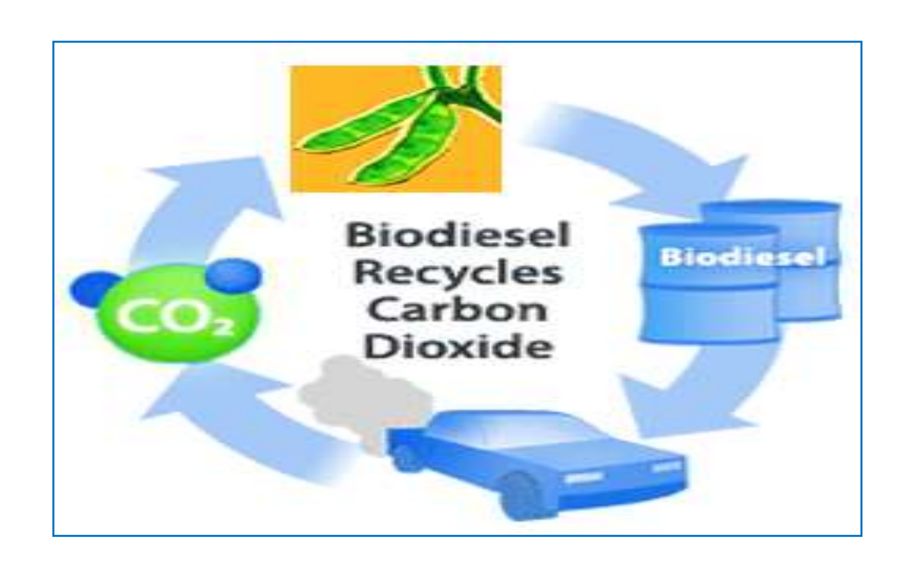
والديزل الحيوي Biodiesel كبديل للسولار أو الديزل البترولي في العقد الأخير من القرن الماضي، والاهتمام به وبالتوسع في إنتاجه يزداد يوما بعد يوم. تأتي تغيرات المناخ وتقليل الإنبعاثات الغازية في كوكب الأرض كأحد أهم أسباب التوسع في إنتاج الوقود الحيوي، ويليها في الأهمية الاستعداد لعصر ما بعد النفط. فأمن الطاقة والوقود تعد من الأسباب الرئيسية التي دفعت العديد من دول العالم للبحث عن مصادرها الخاصة من الطاقة بدلا من الوقوع في عبودية الدول المصدرة للبترول والغاز والإذعان لأسعارها الإجبارية. هناك أيضا البحث عن تنوع لمصادر الطاقة يوفر لهذه الدول أموالا عديدة. فعلى سبيل المثال فإن إنتاج البرازيل للإيثانول وفر لها 18 مليار دولار خلال الفترة من 1979 – 1990 كمبيعات لمنتجاتها من الإيثانول والديزل الحيويان. وقد حاول ممثلو الدول النامية في اجتماع منظمة الأغذية والزراع والذي عقد في نهاية عام 2010 بروما بعد أزمة ارتفاع أسعار الغذاء والتي سادت طوال عام 2008 واستمرت حتى منتصف 2009، انتزاع تفضيل أمن الغذاء Food Security عن أمن الطاقة Energy Security ومنع استخدام غذاء الإنسان في إنتاج الوقود الحيوي إلا أن الدول الكبرى رفضت تماما هذا الأمر موضحة أن أمن الطاقة لايقل أبدا عن أمن الغذاء وهو ما انتهت إليه توصيات المنظمة في نهاية اجتماعها.

تعديل الميزان التجاري للدول المستوردة للبترول من الأسباب المهمة أيضا للتوسع في إنتاج الوقود الحيوي حيث ترى العديد من الدول المستوردة للبترول أنها تنفق الكثير من عملاتها الأجنبية الاحتياطية لاستيراد البترول بما يخل بميزانها التجاري ويقلل من الاحتياطي النقدي الأجنبي لديها خاصة الدول النامية أو الدول المنطلقة اقتصاديا مثل الهند والصين والبرازيل وتايلاند وإندونيسيا وكوريا ودول غرب أفريقيا والعديد من الدول الآسيوية وكذلك الدول المستوردة لكامل احتياجاتها من المحروقات Net Oil Import Countries مثل البرازيل واليابان وبعض الدول الأفريقية.

تغيرات المناخ أحد الأسباب المهمة لزيادة إنتاج الوقود الحيوي نظرا للاتجاه العالمي لتقليل الانبعاثات الحرارية للغازات الدفيئة المعروفة باسم غازات الإحترار أو ظاهرة غازات الصوبات الزراعية (Greenhouse Gas emission (GHGتشبها بارتفاع درجة الحرارة بشدة داخل الصوبات الزراعية نتيجة لوجود الجدران البلاستيكية أو الزجاجية للصوبة والتي تمنع خروج غازات تنفس النباتات إلى خارجها. فالوقود الحيوي المستخدم في تسيير المركبات والشاحنات يتسم بانبعاثات كربونية ونتروجينية أقل عند حرقه، ويكون مصحوبا بزيادة في الرقعة الزراعية لإنتاج الحاصلات المستخدمة في إنتاجه والتي تقوم بامتصاص كميات كبيرة من غاز ثاني أكسيد الكربون خلال عملية التمثيل الضوئي خلال مواسم نموها.

شكل رقم (1)

دورة إنتاج الوقود الحيوي وامتصاص النبات لثاني أكسيد كربون الحافلات



تأتي التنمية الحضرية وزيادة الدخول كأحد أهم أسباب التحول إلى إنتاج الوقود الحيوي من الحاصلات الزراعية حيث يوفر التوسع الزراعي العديد من فرص العمل للعاطلين وللخريجين بما يساعد على الاستقرار وتنمية الريف وزيادة دخول المزارعين لأن معظم الحاصلات الزراعية المستخدمة في إنتاج الوقود الحيوي يمكن زراعتها في الأراضي الضعيفة والصحراوية والغدقة وأغلبها يتحمل الظروف غير المواتية خاصة ارتفاع نسبة الأملاح الذائبة في التربة وفي مياه الري بما يزيد من التوسع الزراعي ويحقق زيادة في الدخل القومي من مصادر هامشية. ففي البرازيل الدولة الرائدة في إنتاج الوقود الحيوي ونتيجة للتوسع في زراعة محصول قصب السكر لاستخدامه في إنتاج الإيثانول الحيوي أمكن توفير مليون فرصة عمل جديدة خلال عام 2005 فقط بما تسبب في رواج العمالة والتشغيل وزاد من دخول الأفراد. وقد أشارت الدول المنتجة إلى أن زيادة أسعار السلع الغذائية والحاصلات الزراعية نتيجة للتوسع في إنتاج الوقود الحيوي

زاد كثيرا من دخول المزارعين بنسب وصلت إلى الضعف في بعض المحاصيل مثل القمح والذرة ومحاصيل الزيوت والنشويات إضافة إلى اللحوم ومنتجات الألبان والدواجن والمصاحبة للنشاط الزراعي (نتيجة لارتفاع أسعار الأعلاف النباتية والتي يعتمد إنتاجها على الحبوب) بما قلل الفجوة الكبيرة في مستويات الدخول بين العاملين في القطاع الزراعي وغيرهم من العاملين في المجالين الصناعي والتجاري والتي قد تصل إلى 6 إلى 15 ضعفا لصالح الأخيرين.

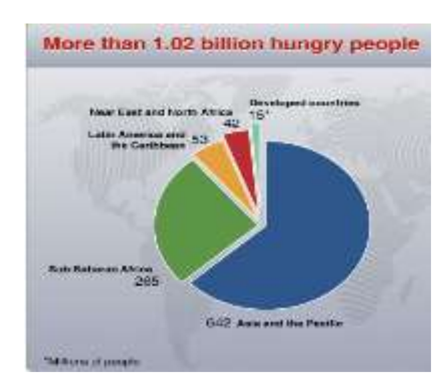
تقليل تلوث الهواء أيضا من مميزات إحلال الوقود الحيوي للوقود البترولي حيث يمكن التقليل من نسب تلوث الهواء باستخدام الوقود الحيوي لأن الانبعاثات الكربونية الصادرة من الوقود الحيوي أقل كثيرا من مثيلاتها المنبعثة من الوقود الحفري إضافة إلى أن الوقود الحيوي لا يحتوي على الرصاص أو الفلزات الثقيلة التي يحتويها العديد من أنواع البنزين والديزل وبالتالي يقل الضغط على طبقة الأوزون الحامية للغلاف الجوي لكوكب الأرض ويقل تلوث الهواء بما ينعكس على الصحة العامة للبشر.

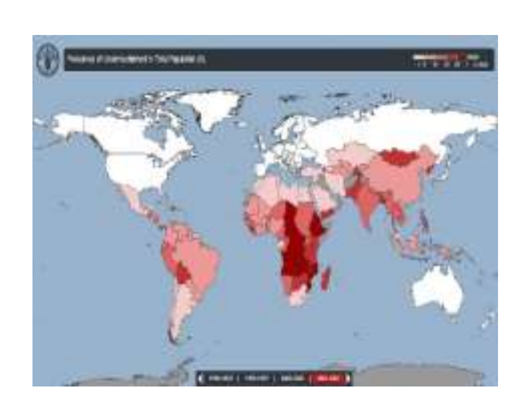
حماية التربة الزراعية واستصلاح المزيد من الأراضي والحاجة إلى مساحات زراعية جديدة للتوسع في زراعات حاصلات الوقود الحيوي سوف تؤدي إلى استصلاح الكثير من الأراضي البور والهامشية وضمها إلى الرقعة الزراعية. كما أن الزراعات الاقتصادية الحالية لحاصلات الوقود الحيوي للأراضي المتاحة سوف تقلل من احتمالات تدهور هذه الترب نتيجة لتركها بوار وعدم استغلالها أو بسبب عدم اقتصاديات زراعاتها وقلة العائد. إنتاج الوقود الحيوي أحد أهم أسباب معالجة المخلفات الزراعية والاستفادة من مئات الملايين من أطنان المخلفات الزراعية التي تتراكم سنويا في مختلف دول العالم ويعد التخلص منها مشكلة كبيرة ويتسبب في العديد من المشكلات البيئية عند حرقها خاصة قش الأرز وبقايا الحاصلات الزراعية بما يؤثر على الصحة العامة بسبب تكون السحب السوداء Black Clouds وامتلاء الهواء بالأدخنة التي تسبب الأزمات التنفسية وتزيد من التلوث البيئي. استخدام هذه المخلفات في إنتاج الوقود الحيوي بمختلف أنواعه بما فيه البيوجاز يعد تخلصا أمنا من هذه المخلفات ويحولها إلى طاقة منتجة ويوفر الكثير من النفقات التي تستنزف في التخلص منها دون الاستفادة من الطاقة الحيوية الكامنة فيها.

المعارضون للتوسع في زراعات الوقود الحيوي وانتقاده أظهروا حدة زائدة حيث وصف جين زجلر مقرر الأمم المتحدة للحق في الطعام Right to food بأن حرق الغذاء لإنتاج الوقود يُعد جريمة ضد الإنسانية وكارثة عالمية وأنها سوف تؤدي إلى انتشار الجوع وتفشي المجاعات وانتشار أمراض سوء التغذية، وطالب جميع الدول الأعضاء في الجمعية العامة للأمم المتحدة (195 دولة) بإيقاف إنتاج الوقود الحيوي لمدة خمس سنوات لإتاحة الوقت لتقييم وقعها على الحق في الطعام وارتفاع أسعار هو غيره من الحقوق الاجتماعية والبيئية والإنسانية والتأكد من أنها لن تتسبب في تفشي الجوع. زيجلر أضاف أيضا إلى أنه منذ انعقاد قمة الغذاء العالمية عام 1996 وحتى نهاية عام 2007 زاد عدد الجائعين في العالم ووصل إلى 854 مليون شخص ثم وصل إلى 1.02 مليار جائع في عام 2010 (وإن كانت انخفضت في عام 2011 إلى 925 مليون جائع ثم إلى 850 مليونًا في عام 2012)، كما أن هناك 37 دولة تواجه أزمات غذائية عنيفة يقع أغلبها في أفريقيا كعدد دول بينما الكثافة الأكبر من البشر التي تعاني من الجوع تقع في قارة آسيا.

شكل رقم (2)

أعداد الجوعي وتوزيعهم عالميا لعام 2010



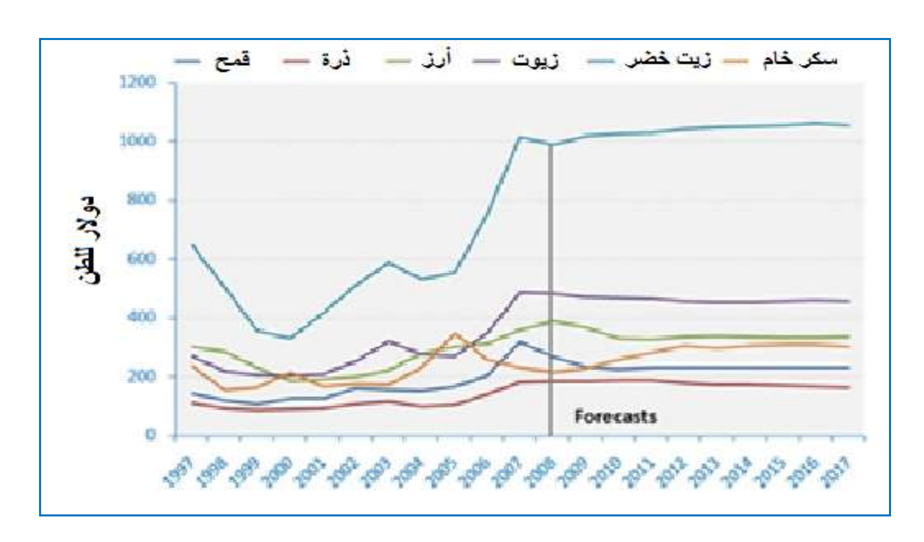


المصدر: منظمة الأغذية والزراعة فاوستات 2012.

باقي الأصوات المعارضة أشارت إلى أن الوقود الحيوي تسبب خلال الثلاث سنوات الماضية في ارتفاع كبير في أسعار السلع الغذائية خاصة لحاصلات الذرة والقمح والأرز وفول الصويا والسكر وزيوت النخيل وعباد الشمس ومعها منتجات الألبان واللحوم والدواجن والبيض (بسبب زيادة أسعار الأعلاف النباتية)، وحذرت منظمة الأغذية والزراعة في بيان لها خلال شهر ديسمبر 2007 بأن الدول النامية والفقيرة التي تعتمد على استيراد غذائها من الخارج سوف تواجه سنوات صعبة بدء من عام 2008 وأن اقتصادياتها الضعيفة لن تتحمل قيمة الزيادة في فاتورة استيراد الغذاء. وأشار المعارضون أيضا إلى حتمية حدوث أزمة في المياه العذبة في العالم في زمن ندرة المياه Water Scarcity في ظل توقع زيادة سكان العالم من 7 مليار نسمة حاليا إلى 9.5 مليار نسمة بحلول عام 2050 خاصة وأن الحاصلات الزراعية المستخدمة في إنتاج الوقود الحيوي تصنف على أنها حاصلات مستنزفة للمياه وأن إنتاج لتر واحد من الإيثانول يستنزف ما بين ألف إلى ثلاثة آلاف لتر من المياه العذبة حسب منطقة الزراعة ونوع النبات المستخدم وبالتالي فهذا إهدار كبير للمياه العذبة وبآلاف اللترات من أجل لتر واحد فقط من الوقود.

شكل رقم (3)

توقع ارتفاع أسعار الغذاء حتى المدى الطويل وتتربع أسعار الزيوت على قمتها.



نفس المصدر السابق

وفي مجال البيئة أشار علماؤها إلى خطورة التوسع في إنتاج الوقود الحيوي بما سيتطلب إزالة مساحات شاسعة من الغابات لزراعتها بحاصلات الوقود الحيوي وهو ما حدث بالفعل في البرازيل وإندونيسيا وتايلاند وبالتالي تأثر التنوع الحيوي Biodiversity والتوازن البيئي إضافة إلى أن أشجار هذه الغابات مع مياه المحيطات وثلوج القطبين الشمالي والجنوبي تعتبر الرئات التي تقوم بامتصاص الكميات الكبرى من غاز ثاني أكسيد الكربون الناتج من تنفس الكائنات الحية وحرق الوقود، وبالتالي فإن سخونة المناخ وظاهرة الاحتباس الحراري سوف تتزايد مستقبلا نتيجة لتزايد تراكم الأكاسيد الكربونية.

فهل من الأفضل أن يواجه العالم مستقبلا ندرة الماء والغذاء أم ندرة الوقود؟، وهل الحفاظ على البيئة والقضاء على ظاهرة الاحتباس الحراري وتراكم الأكاسيد الكربونية ستتحق من خلال تعميم استخدام الوقود الحيوي أم أنها ستتفاقم؟.





الوقود الحيوي وأجياله الجديدة

الباب الأول

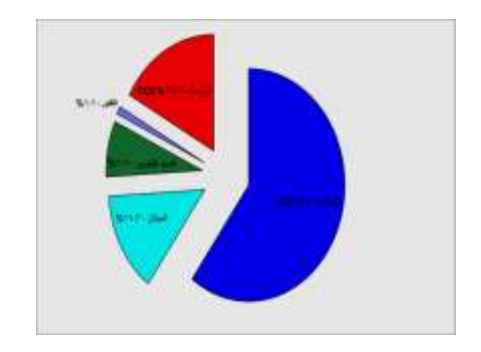
الوقود الحيوي وأقسامه

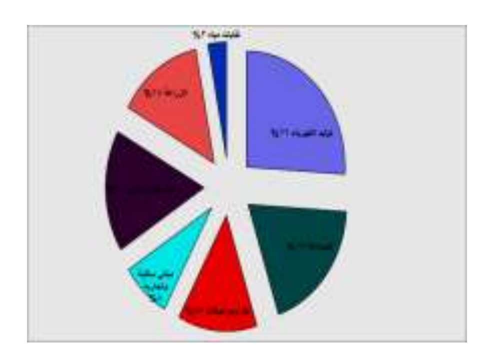
ملخص تنفيذي

هناك فرق كبير بين الطاقة وبين الوقود أو المحروقات وهو اللفظ الأصح في اللغة العربية. فالطاقة تشمل الكهرباء وكافة أنواع المحروقات من وقود سائل أو غازي كما في منتجات النفط من جازولين وديزل ومازوت والغاز الطبيعي وغاز البوتجاز والهيدروجين السائل أو الغازي والبيوجاز وغيرها من الأنواع التي لا بد من حرقها للحصول منها على الطاقة. الكهرباء وتشمل كافة أنواعها سواء تلك المستخرجة من محطات توليدها التقليدية والتي تعمل بمختلف أنواع الوقود المستخرج من جوف الأرض (ويطلق عليه الوقود الأحفوري نظرا لتكونه في عصور عميقة من حفريات عضوية قديمة ويشمل النفط والغاز الطبيعي والفحم بشكل أساسي)، كما تشمل أيضا الكهرباء المولدة من المصادر المستدامة التي لا تُبلى مثل تلك المولدة من المساقط المائية والرياح والشمس وطاقة جوف الأرض وهي ما يطلق عليها بالطاقات النظيفة والتي لا يتولد عن إنتاجها انبعاثات غازية ملوثة للهواء الجوي أو خانقة خاصة تلك الانبعاثات الكربونية لغازي أول وثاني أكسيد الكربون أو تلك النتروجينية لأكاسيد النتروجين وهيدروكسيداتها بالإضافة إلى أكاسيد وصور الفلزات الثقيلة مثل الرصاص الذي يدخل في تركيب الجازولين (البنزين) أو الملوثات العضوية الأخرى.

شكل رقم (4)

مصادر الانبعاثات الغازية من الأنشطة الحياتية وأنواعها



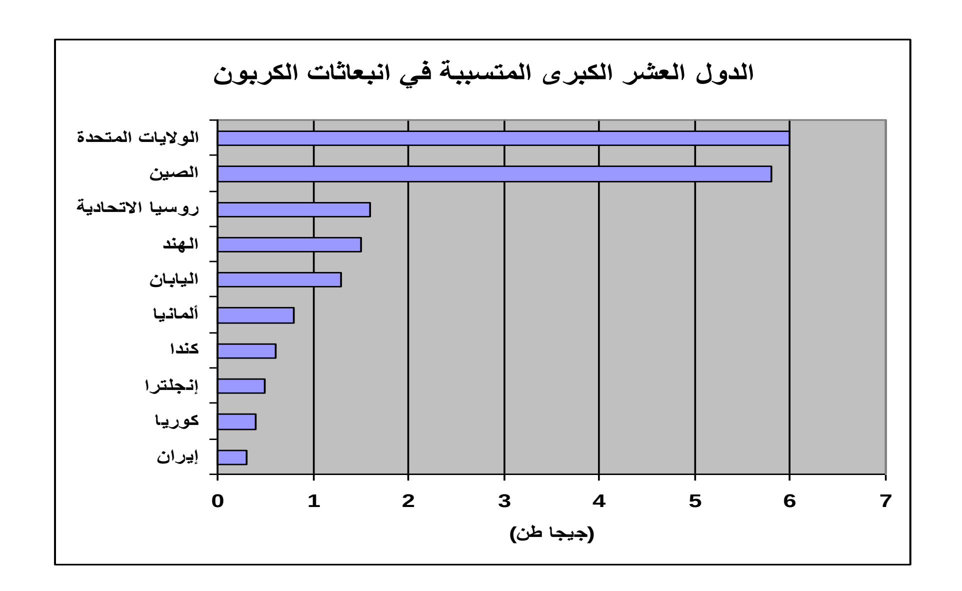


المصدر: تعريب للمؤلف عن تقرير الهيئة الدولة لتغيرات المناخ 2010.

أما الوقود الحيوي النظيف والمستدام فهو ذلك المستخرج من كائنات حية تعيش على سطح الأرض وليس في جوفها وتعتمد في نموها على الشمس وغازات الهواء الجوي حتى تستكمل دورة حياتها وبالتالي فلها استدامتها كاستدامة الشمس والهواء والخلق. ومن أهم أنواعها تلك المستخرجة من النباتات الحولية أو الموسمية والأشجار والشجيرات وحشائش المراعي والطحالب والفطريات والبكتريا والخمائر وغيرها.

شكل رقم (5)

الدول العشر الرئيسية المتسببة في الاحتباس الحراري



المصدر: تعريب للمؤلف عن CO2 emission from fuel combustion highlight 2009

(إجمالي انبعاثات الدول العشر 18.8 جيجا طن من إجمالي انبعاثات العالم البالغة 29 جيجا طن).

وعموما يمكن إجمال أهم التعريفات الخاصة بالوقود الحيوي فيما يلي :

الطاقة الحيوية Bioenergy: هي الطاقة المستمدة من المادة العضوية للكائنات الحية Biomass سواء نباتية أو حيوانية أو ميكروبية والموجودة على سطح الأرض (وليست الموجودة في جوف الأرض مثل الكربون العضوي للوقود المتكون عبر آلاف السنين من النفط والفحم الحجري والغاز) وتشمل:-

1. **الوقود الحيوي Biofuel:** وهو الوقود المستخرج من المادة العضوية للكائنات الحية التي تعيش على سطح التربة وتشمل النباتات وأجزائها والطحالب وبعض الكائنات الدقيقة.

2. **الغاز الحيوي (البيوجاز) Biogas:** ويتكون من غازي الميثان وثاني أكسيد الكربون الناتجين من الهضم أو التخمر اللاهوائي للمادة العضوية للكائنات الحية ويضم غازات تنفس كائنات التربة Landfill gas وغازات تخمر المادة الصلبة للصرف الصحي (الحمأة) Sewage sludge gas، والغازات الناتجة من تخمر أي من سباخ حيوانات المزرعة ومخلفات السلخانات ثم الغازات الناتجة من التصنيع والتخمير الزراعي (مثل الغازات المنطلقة أثناء تخمر الشعير لتصنيع البيرة)، ثم أخيرا الطاقة الغازية المستمدة من عيدان بعض نباتات الحاصلات الزراعية مثل القمح والذرة وغيرها.

3. **الهيدروجين الحيوي Bio-hydrogen:** وهو الهيدروجين المنتج من المادة العضوية للكائنات الحية للاستخدام كمصدر للطاقة. يشمل هذا النوع كل من الهيدروجين الناتج من المعاملة الحرارية للمادة العضوية، والهيدروجين المعدل والناتج من البيوجاز ثم الهيدروجين المنتج من التمثيل الضوئي لبعض أنواع الطحالب والفطريات والبكتريا أو الناتج من التخمر الميكروبي للمادة العضوية.

4. **الوقود الحيوي الصلب Solid Biomass:** ويشمل مخلفات ومنتجات الكائنات الحية الصلبة الموجودة على سطح الأرض (غير الأحفورية) وتشمل الأشجار الخشبية الزراعية وأخشاب الغابات وحطبها، وبعض الحاصلات التي يمكن استخراج الطاقة من محصولها مثل المحاصيل السكرية والنشوية الزيتية، ومخلفات تصنيع الأخشاب وبقايا الحاصلات الزراعية الصلبة من الحطب ومخلفات النباتات مثل قش الأرز وقشر حبة الأرز وقشر الفول السوداني وحطب وبقايا النباتات والمحاصيل البقولية، وزرق الدواجن وسباخ حيوانات المزرعة والمخلفات الصلبة للصرف الصحي.

الجيل الأول من الوقود الحيوي First Generation Biofuels :

الجيل الأول للوقود الحيوي والذي شهد بدايات إنتاج هذا النوع من المحروقات هو ذلك النوع الذي يستخدم كغذاء للإنسان وينافسه فيه لإنتاج الطاقة بما لاقى اعتراضا كبيرا من نشطاء حقوق الإنسان والحق في الطعام حيث أن أمن الغذاء ينبغي في رأيهم أن يكون مُبّديا على أمن الطاقة.

ولعل الفكرة في إنتاج هذا النوع من الوقود أن المصادر الطبيعية الأخرى من رياح ومساقط مياه وأشعة الشمس وجوف الأرض وحتى المفاعلات النووية لا تنتج إلا الكهرباء فقط بينما العالم في حاجة ماسة إلى وقودا سائلا بجانب الكهرباء من أجل تسيير الطائرات والسفن والشاحنات والمركبات والسيارات وكل من يعمل بموتور احتراق حيث أن جميعها لا يمكن تسيرها بالكهرباء حتى الآن بما يوضح حاجة العالم إلى كل من الكهرباء للمصانع والمنازل والمحليات وبعض وسائل النقل مثل قطارات المترو، إلى جانب وجود وقود آخر سائل كمحروقات يستخدم في باقي وسائل النقل والمواصلات.

وفي الجيل الأول من الوقود الحيوي يتم تحويل المواد السكرية والنشوية والزيتية للحاصلات الزراعية والتي يستخدمها الإنسان كأغذية رئيسية إلى وقود سائل باستخدام تكنولوجيات صناعية.

ويشمل هذا النوع:

الوقود الحيوي السائل Liquid Biofuels: وهو الوقود السائل المنتج من المادة العضوية للكائنات الحية المتمثلة في محصوله من الأغذية الرئيسية للإنسان والتي تتحول إلى الإيثانول الحيويBioethanol، والديزل الحيويBiodiesel، والأثير ثنائي الميثان Bio-dimethyl ether، والزيت الخام للخضروات Raw vegetable oil، والديزل المخلق Synthetic diesel، وزيوت التحلل الحراري المرتفع (Pyrolysis oil (bio-oil.

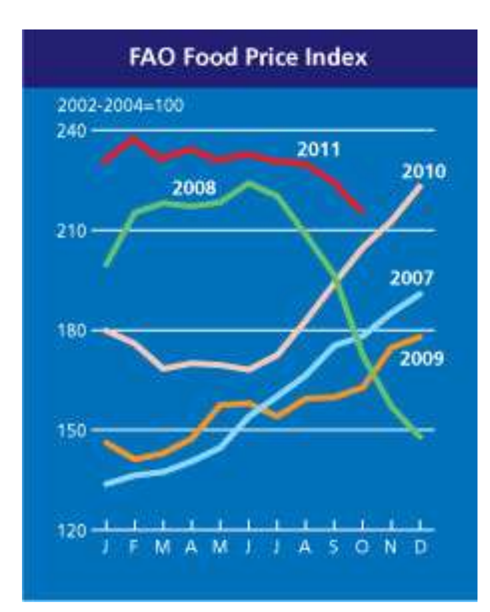
عيوب ومميزات الجيل الأول من الوقود الحيوي:

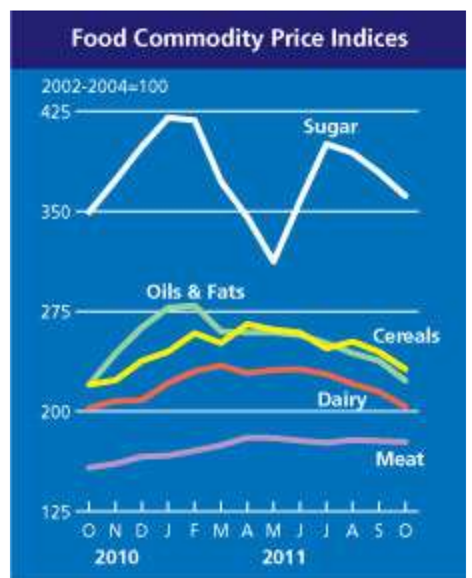
1. **تأثيره الضار على البيئة**: نجاح زراعة حاصلات الوقود الحيوي وزيادة ربحتها عن مثيلاتها التقليدية أدت إلى قيام المزارعين في البرازيل وأندونسيا وتايلاند والفلبين والكونغو باقتلاع مساحات كبيرة من الغابات للتوسع في زراعات الوقود الحيوي المربحة كما تم فيها أيضا إزالة محميات طبيعية بما يتسبب في نقص التنوع الحيوي للأحياء التي كانت تعيش وتتعايش مع هذه المساحات من الغابات الطبيعية، كما أدى إلى الضغط على الموارد الطبيعية وزيادة التلوث بالمبيدات والأسمدة التي تستخدم في زراعات المحاصيل الحقلية والأشجار.

2. **التنافس مع الغذاء وارتفاع أسعار السلع الأساسية**. وقد كان هذا الأمر شديد الوضوح في أزمة ارتفاع أسعار الغذاء العالمية والتي استمرت طوال عام 2007 واستمرت حتى منتصف عام 2008، ثم عاودت الارتفاع مرة أخرى في منتصف 2010 حتى 2011، بما شكل ضغطا كبيرا على اقتصاديات الدول النامية التي تستورد جزءا كبيرا من احتياجاتها الغذائية من الخارج ومنها مصر والدول العربية، كما أدت هذه الأزمة إلى وقوع أحداث عنف في نحو 30 دولة، كما قام عدد ليس بالقليل من الدول المصدرة للغذاء بفرض حظرا على تصديرها للحبوب والألبان للحفاظ على مخزون إستراتيجي جيد منها في حال استمرار الأزمة. وبالطبع ربحت الدول المصدرة للغذاء كثيرا من هذه الأزمة على حساب الفقراء وعلى رأسها الولايات المتحدة الأمريكية.

شكل رقم (6)

أزمتا الغذاء العالميتان لعامي 2008 و 2011.

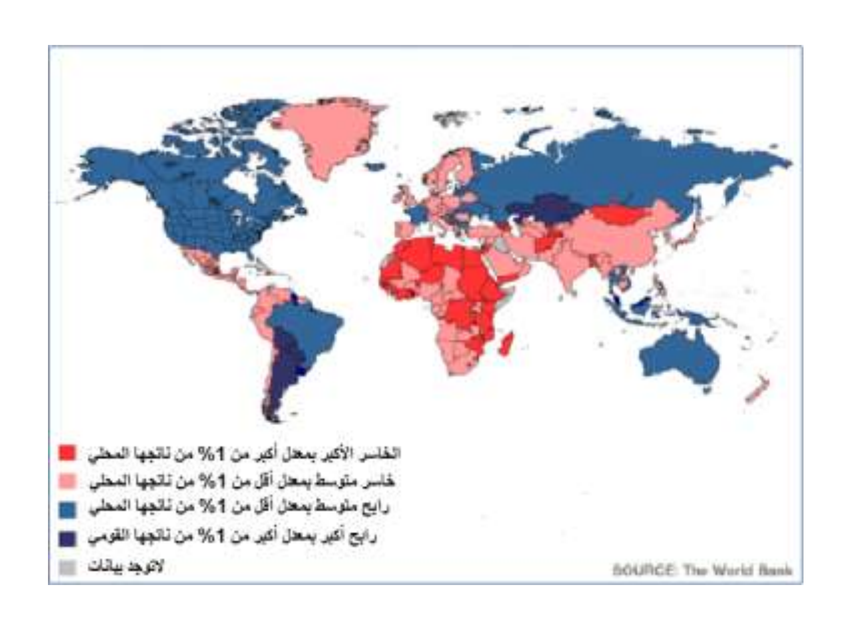




المصدر: فاو ستات ديسمبر 2011.

شكل رقم (7)

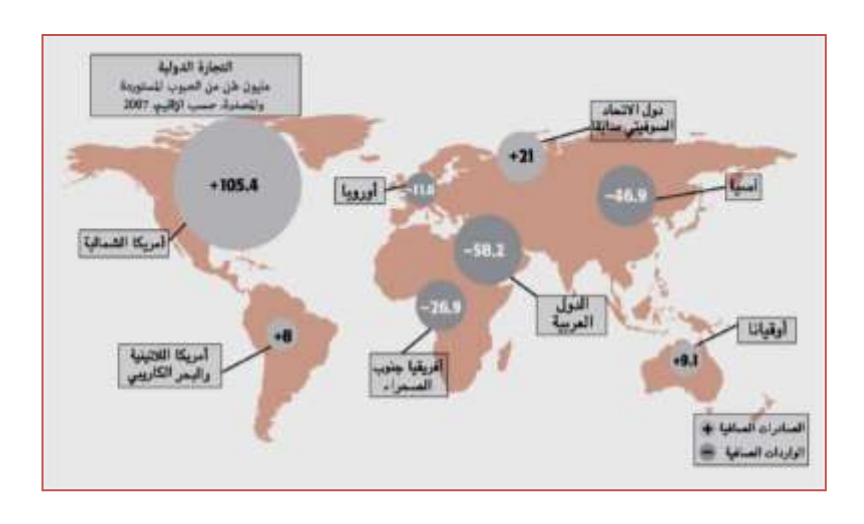
الدول الرابحة والخاسرة من أزمة الغذاء العالمية 2007 – 2008.



المصدر: البنك الدولي 2009

شكل رقم (8)

الدول المصدرة والمستوردة للغذاء في العالم



المصدر: البنك الدولي 2010 : تحسين الأمن الغذائي في البلدان العربية.

3. التنافس على الترب الزراعية والمياه لإنتاج السلع الغذائية في زمن ندرة المياه وتدهور وتصحر الترب الزراعية لأن الحاصلات الزراعية المستخدمة في إنتاج الوقود الحيوي تصنف على أنها حاصلات مستنزفة للمياه وأن إنتاج لتر واحد من الإيثانول يستنزف ما بين ألف لتر في البرازيل إلى ثلاثة آلاف لتر من المياه العذبة في الهند خاصة عند تصنيعها من قصب السكر في مثل هذه البلدان.

4. العامل الإنساني والحق في الطعام،فليس من الإنسانية حرق الطعام لتحويله إلى وقود في ظل وجود 1.02 مليار شخص جائع عام 2008 كما ذكر روبرت زوليك مدير البنك الدولي ومعه جاك ضيوف رئيس منظمة الأغذية والزراعة وكذا جين زجلر مقرر الأمم المتحدة للحق في الطعام.

5. استدامة الإنتاج وغزارته وارتفاع أسعاره في مصانع الوقود الحيوي بما يغري المزارعين على العمل على بيع حاصلاتهم لمصانع الوقود الحيوي وليس إلى أسواق الغذاء.

6. زيادة دخول المزارعين وربطهم بالريف والحد من الهجرة إلى المدن بما يحقق أهداف الألفية في محاربة الفقر في الريف وعدم البناء على الأراضي الزراعية وتمتع المزارعين بخدمات المياه العذبة والصرف الصحي نتيجة تحسن دخلوهم. هذا الأمر سيؤدي إلى عودة النشاط الزراعي ليكون جاذبا للعمالة بدلا مكن كونة طاردا لها حيث قدر دخل العامل في القطاع الصناعي أو التجاري أو العقاري بأنه يتراوح بين 5 – 15 ضعفا دخل العامل في القطاع الزراعي بما أدى إلى هجرة العديد من العمالة الزراعية إلى أنشطة أخرى.

7. تشجيع الاستثمار في القطاع الزراعي والذي يعاني من نقصا كبيرا في حجم الإستثمارات بعد زيادة العائد من زراعة حاصلات الوقود الحيوي وتحول الزراعة إلى مهنة مربحة.

8. استصلاح المزيد من الترب والأراضي القاحلة للتوسع في زراعة حاصلات الوقود الحيوي.

9. استخدام المياه الهامشية والمالحة ومياه الصرف الصحي والصناعي في الإنتاج بما يحولها إلى موارد منتجة بدلا من كونها موارد خاملة بل ويمكن أن تكون ضارة بوضعها الحالي.

الجيل الثاني من الوقود الحيوي Second Generation Biofuels:

هو الوقود الناتج من استخدام مخلفات المحاصيل الحقلية وليس لثمارها ومعها أيضا الأشجار الخشبية والأعشاب والحشائش وكل أنواع المخلفات الزراعية...إلخ. الأبحاث الخاصة بهذا النوع من الوقود الحيوي بدأت منذ عام 2000 ميلادية تحسبا للانتقادات العالمية اعتراضا على استخدام الغذاء في إنتاج الوقود وحرمان الجوعى من حقهم في الحصول على الغذاء إلا أن اقتصاديات إنتاج هذا الوقود أعلى كثيرا من مثيلاتها المستخرجة من الجيل الأول ويرتبط إنتاجه كثيرا بارتفاع أسعار النفط حتى يصبح إنتاجه ذو جدوى اقتصادية.

مميزات وعيوب الجيل الثاني للوقود الحيوي:

1. يمكن أن يحل محل الوقود البترولي والحفري دون المنافسة مع الإنسان في الغذاء لأنه يستخدم المخلفات الزراعية للنباتات والأشجار وليس المحصول.

2. استخدام المخلفات الزراعية في إنتاج الوقود الحيوي قد تلغي الحاجة إلى المزيد من المساحات الزراعية والمياه (أو على الأقل الحد منها) للتوسع في زراعة محاصيل إنتاج الوقود الحيوي.

3. عدم التوسع في إزالة المزيد من مساحات الغابات القائمة حاليا لإحلالها بمحاصيل الوقود الحيوي بما سيبقى على مساحة الغابات القائمة وبالتالي يقلل من التلوث والإحترار العالمي والتخلص من غاز ثاني أكسيد الكربون والذي تعتبر الغابات أحدى رئاته الثلاث بالمشاركة مع المياه المالحة للبحار والمحيطات وثلوج القطبين الشمالي والجنوبي.

4. استغلال الأشجار الخشبية والنباتات العشبية في إنتاج الوقود الحيوي وهي نباتات سريعة النمو ولا تحتاج إلى مياه عذبة أو أراضي خصبة بما يزيد من الاستفادة من مساحات جديدة من الترب المهملة والمياه الهامشية.

5. من عيوب استخدام المخلفات الزراعية في إنتاج الوقود الحيوي أن العديد من هذه المخلفات تمثل سمادا عضويا مهما للترب الزراعية الذي يلعب دورا رئيسيا في الحفاظ على خصوبة التربة، وأن حرمان التربة منها سوف يؤدي إلى التوسع في استخدام الأسمدة الكيميائية بما يزيد من تلوث التربة والمجاري المائية للترع والمصارف والأنهار.

6. أن تخمر وهضم المادة العضوية للمخلفات الزراعية بواسطة الميكروبات أو الكيماويات أثناء تحولها إلى وقود حيوي (وليس الناتج من احتراق الوقود نفسه) قد ينتج كميات كبيرة من غاز ثاني أكسيد الكربون أكبر بكثير مما تمتصه هذه النباتات أثناء نموها بما يزيد من الانبعاثات الكربونية وغازات الاحتباس الحراري GHG.

7. إنتاج الوقود الحيوي من المخلفات النباتية ما زال تحت الدراسة ولم ينشأ مصنعا للتكرير واحدا في العالم حتى عام 2010 لإنتاج هذا الوقود، والإنتاج غير ذات جدوى اقتصادية إلا إذا ارتفعت أسعار البترول إلى ما فوق 120 دولارا للبرميل.

8. يتوقع أن تستغرق أبحاث إنتاج الوقود الحيوي على مستوى اقتصادي وإنشاء مصانع تكرير خاصة بذلك من 8 إلى 15 سنة قادمة طبقا لتقديرات الهيئة الدولية للطاقة IEA عام 2008 أي حتى عام 2016 وما بعدها.

شكل رقم (9)

المخلفات الزراعية المستخدمة في إنتاج الوقود الحيوي
من أخشاب الأشجار وبقايا المحاصيل والقش.





الجيل الثاني المتقدم من الوقود الحيوي بإنتاجه من الكائنـات الدقيقة

إنتاج الوقود الحيوي من الطحالب:

يمكن للطحالب أن تنتج كميات هائلة من الزيوت النباتية تقدر بعدة أضعاف الزيوت الناتجة من وحدة المساحة من المحاصيل الزيتية خاصة في المناطق الحارة. والبيئة المناسبة لتنمية هـذه الطحالب هي تلك التي تحتوي على وفرة من الكربون اللازم لتمثيلها الغذائي ومعه بعض المواد البترولية والغازات المحفزة. وقد استطاع معهد ماسوشوسيت للتكنولوجيا بالولايات المتحـدة الأمريكية Massachusetts Institute of Technology (MIT) وكذلك العديـد مـن المراكـز البحثية الألمانية استنباط أنواع من الطحالب الدقيقة والتي لها القدرة على إنتاج كميات وفيرة من الزيوت وفي نفس الوقت تختزل الكميات المنتجة من بعض الانبعاثات الغازية الضـارة بمقـدار 80٪ من أكاسيد النتروجين و 30–40٪ من الأكاسيد الكربونيـة. هـذه الأنـواع مـن الطحالـب يمكنها أن تنتج كميات من الزيوت حتى 50٪ مثل وزنها، ولكن في الحقيقة ما زالت اقتصاديات إنتاج الزيوت من الطحالب لاستخدامها كمصدر للديزل الحيوي في العديـد مـن الـدول محـل الدراسة باستثناء ألمانيا والتي بدأت العديد من المصانع فيها في الإنتاج.

مميزات إنتاج الوقود الحيوي من الطحالب:

1. الطحالب أكثر النباتات انتشارا في الكون وتشكل معظم كتلـة المـادة العضـوية ولا تعـد غذاء للبشر وبالتالي لا تنافس الإنسان في غذائه ولا تسبب ارتفاع أسعار السلع الغذائية.

2. تنتج عشرة أضعاف كمية الوقود الحيوي من نفس وحدة المساحة للكمية المكافئة التي ينتجها الحاصلات الغذائية مثل السكر أو القمح أو بذور اللفت.

3. تستهلك كميات كبيرة من غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يمثل غذاء الطحالب حتـى أنـه لابد من إضافة كميات إضافية إلى بيئة نموها حيث لا يكفيها كميته بالهواء الجوى وبالتالي تعمـل على تنقية جو البيئة المحيطة وتقلل من الانبعاث الكربونية.

4. يمكن تخيل مزرعة لتنمية الطحالب بها مولد كهرباء وتستهلك الطحالب ثاني أكسيد الكربون الناتج من المولد الكهربائى ثم تمده بالوقود اللازم لإنتاج الكهرباء في دائرة مغلقة إضافة على وفرة أخرى من الوقود!!.

5. لا يصبح إنتاجه اقتصاديا إلا إذا تجاوز سعر برميل البترول 100 دولار.

6. يخشى من التنمية الكبيرة لنمو الفطريات أن يحدث ذلك خللا في التوازن البيولوجي أو أن تتحول هذه الطحالب إلى كائنات خطرة نتيجة لزيادة نسب تواجدها.

شكل رقم (10)

وحدتي إنتاج الوقود الحيوي من الطحالب والكهرباء من الطاقة الشمسية متشابهة





وحدة إنتاج الوقود الحيوي من الطحالب   وحدة إنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية

لاحظ التشابه الكبير بين الوحدتين للاستفادة من أشعة الشمس.

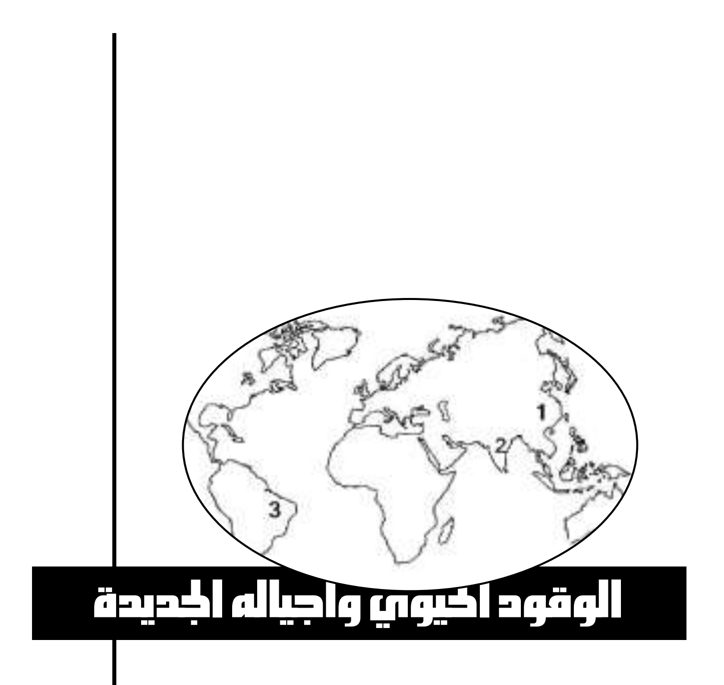
ملخص لأجيال الوقود الحيوي وحاصلاته وأجياله

يوضح الجدول التالي أهم الحاصلات المغذية لمصانع تكرير الوقود الحيوي بأجيالـه الأول والثاني والاستخدامات والتصنيع والكميات والتقنيات.

جدول رقم (1): أجيال الوقود الحيوي وحاصلاته

الجيل	التقنية	المادة المستخدمة	المحصول	التأثير على التربة	التأثير على المياه
الجيل الأول (الوقود الحيوي التقليدي)	* التخمر * الأسترة * الهدرجة	* السكر * النشا * زيت الخضروات * شحوم الحيوانات * زيوت القلية المستخدمة	الإيثانول: * القمح * الذرة * البطاطس * بنجر السكر * قصب السكر * الكسافا للبيوديزل والبيوجيت * نخيل الزيت * فول الصويا * دوار الشمس * الكانولا * الجاتروفا * البونجاليا * الكاميلينا	* مباشرة للترب الزراعية * غير مباشر بتحويل إستخدامات الترب	* تحفظات في الحصول الفيزيائي على المياه * نقص تيسر المياه * تغير عمق المياه الجوفية * إمكانية إستخدام المياه الهامشية * إستنزاف الموارد المائية السطحية

الوقود الحيوي المتقدم (الجيلين الثاني والثالث)	* الكيمياء الحيوية * الكيمياء الحرارية * التكرير الحيوي	* اللجنين * السليولوز * الهيميسيليولوز	الأخشاب * الحشائش * المخلفات الزراعية * المنتجات الثانوية * الطحالب * حشائش البحار	* الترب الزراعية * تغيير الإستخدامات * الأراضي القاحلة * أراض غير زراعية (الطحالب وحشائش البحر)	* تحفظات في الوصول الفيزيائي للمياه * نقص تيسر المياه * تغير عمق المياه الجوفية * إمكانية إستخدام المياه الهامشية * إستنزاف الموارد المائية السطحية * مياه أقل وربما مالحة في الطحالب وحشائش البحر



الباب الثاني

إنتاج الوقود الحيوي وأسواقه

أسباب إنتاج الوقود الحيوي:

مثلت المصادر الجديدة للطاقة خلال العقود الثلاثة الماضية أهم محاور البحث العالمي لتوفير أمن الطاقة في المستقبل القريب وترقبا لنضب المصادر الأحفورية منها وهي البترول ومشتقاته والفحم الحجري والغاز الطبيعي قبل نهاية القرن الحادي والعشرين. وتحتل الزراعة دائما مكانة متميزة في الفكر العالمي بصفتها أول مصدر آمن للوقود والطاقة عرفه الإنسان من خلال حرق الحطب وأشجار الغابات وروث المواشي وبالتالي كان فكر العودة إلى الزراعة بحثا عن الطاقة واردا خاصة مع تسخير التقدم العلمي والتكنولوجي فى تطوير هذا المصدر الوقودي المرتقب ليتماشى مع ما هو موجود حاليا من ماكينات وموتورات السيارات والشاحنات. ويمكن إجمال أسباب البحث عن سبل جديدة لأمن الوقود والطاقة المستقبلية في النقاط التالية:-

1. **اشتعال أسعار البترول Soaring Energy Cost**

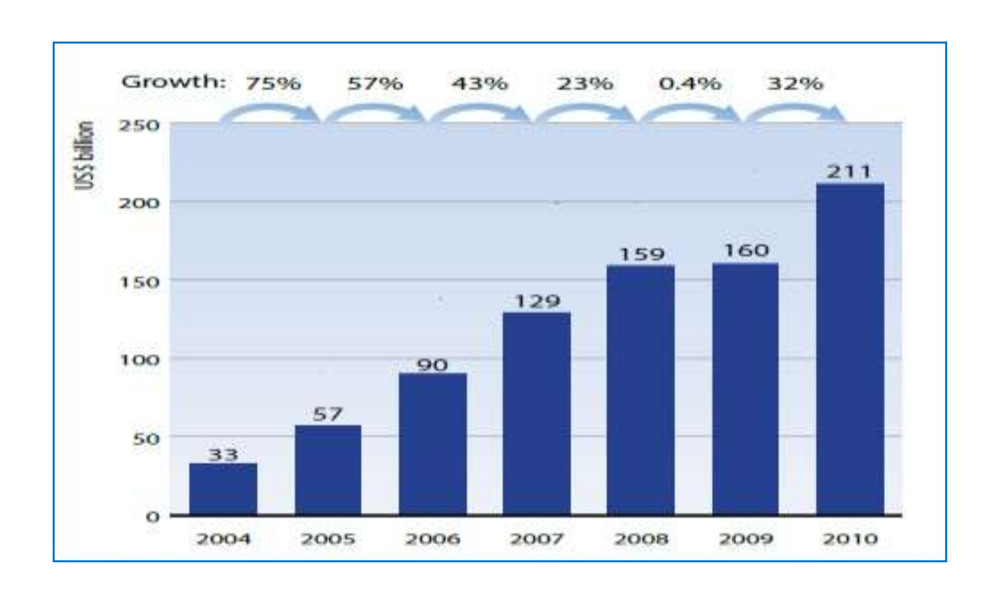
يعتبر الغرب أن اشتعال أسعار البترول هي السبب الرئيسي للاتجاه نحو البحث عن وقود بديل بسبب أن البترول ليس منتجا تنافسيا وإنما تسيطر على أسعاره جهة واحدة وهي منظمة الدول المنتجة للبترول (أوبك) OPEC، وبالتالي فإن الأسعار المعلنة للنفط هي أسعار إذعان وليست أسعارا تنافسية، خاصة وأن من 50 إلى 75 ٪ من إنتاجه تسيطر عليه دول الشرق الأوسط وحدها. بالإضافة إلى ذلك فإن أن زيادة الطلب عليه نتيجة للتقدم والتنمية الحضارية والتحول الكبير نحو اقتصاديات الصناعة إضافة إلى كونه مصدر الطاقة الأوحد حتى الآن يتسبب في زيادة اشتعال أسعاره دوريا. رصدت منظمة الأغذية والزراعة الارتفاع في أسعار البترول خلال السنوات القليلة الماضية، حيث بلغ متوسط سعر برميل البترول عام 2002 فقط 27 دولارا للبرميل، ارتفع إلى 32 دولارا عام 2003 ثم 52 دولارا عام 2004 ارتفع إلى 58 دولارا عام 2005 ثم إلى 62 دولارا عام 2006 وإلي 80 دولارا للبرميل في سبتمبر 2007 وإلى 90 دولارا للبرميل في يناير 2008، ثم جاءت ذروة الارتفاعات إلى 147 دولارا للبرميل في مايو 2008، وفي عام 2012 أصبح سعره فوق 120 دولارا بما يقترب من سعره القياسي.

2. أمن الطاقة والوقود Energy Security

ويعد من الأسباب الرئيسية التي دعت العديد من دول العالم البحث عن مصادرها الخاصة من الطاقة بدلا من الوقوع في عبودية الدول المصدرة للبترول والغاز والإذعان لأسعارها الإجبارية، وكذا للبحث عن تنوع لمصادر لطاقة يوفر لهذه الدول أموالا عديدة. فعلى سبيل المثال فإن إنتاج البرازيل للإيثانول وفر لها 18 بليون دولار خلال الفترة من 1979 – 1990. مثال آخر أن الدول الأوربية الصناعية والتي تعد ضمن الدول الثمانية الصناعية الكبرى G8 Countries وهي بريطانيا وألمانيا وفرنسا وإيطاليا (باقي دول الثمانية هي كندا والولايات المتحدة واليابان وروسيا) تعتمد كلية على استيراد الغاز الطبيعي من روسيا فقط وهي ترى في ذلك مخاطرة كبري لما يمكن لروسيا أن تفرضه عليهم من إذعان في الأسعار وغيره من القرارات. بريطانيا أيضا بدأت في البحث عن مصادر جديدة للوقود والطاقة بعد الدراسات التي أكدت نضوب حقولها للبترول ببحر الشمال خلال العقدين القادمين. والصين أيضا ترى أن توفير احتياجاتها من الطاقة محليا يؤمن لها مستقبل نموها الصناعي والتكنولوجي. لهذه الأسباب بدأ عهد كبيرا ومتسارعا في الاستثمار والنمو في إنتاج الطاقة خاصة من مصادرها النظيفة خاصة خلال العقد الأخير كما توضح الأشكال التالية لأن الطاقات النظيفة والمستدامة لا تمثل أكثر من 16٪ فقط من إجمالي الطاقات المستخدمة في العالم عام 2011 والأمل في وصولها إلى 50٪ بحلول عام 2050.

شكل رقم (11)

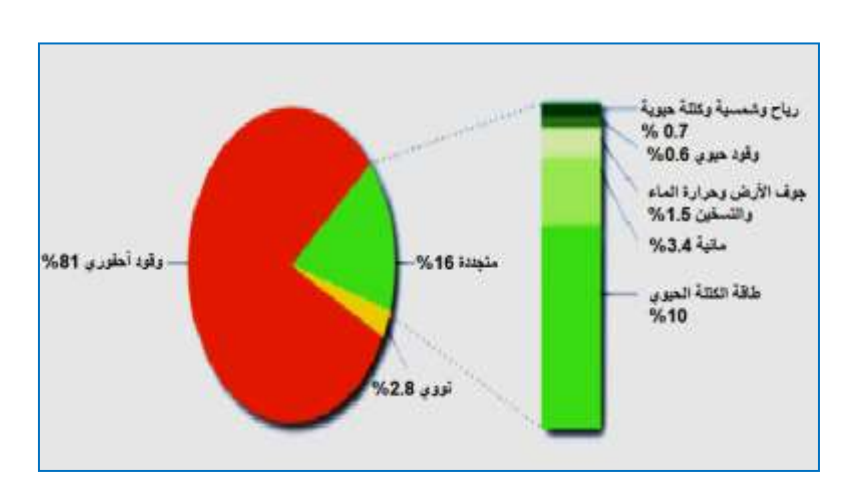
الاستثمارات العالمية ومعدلات النمو العالمي في إنتاج الطاقات النظيفة.



المصدر: UNEP SEFI (2011)

شكل رقم (12)

مصادر الطاقة في العالم في عام 2011



المصدر: REN 2011.

3. تعديل الميزان التجاري

ترى العديد من الدول المستوردة للبترول أنها تنفق الكثير من عملاتها الأجنبية الاحتياطية لاستيراد البترول بما يخل بميزانها التجاري ويقلل من الاحتياطي النقدي الأجنبي لديها خاصة الدول النامية أو الدول المنطلقة اقتصاديا مثل الهند والصين والبرازيل وتايلاند وإندونيسيا وكوريا ودول غرب أفريقيا والعديد من الدول الآسيوية. هذا الأمر حتم على مثل هذه الدول محاولة إنتاج قدر أكبر من وقودها داخليا بما يحسن كثيرا من وضع ميزانها التجاري.

جدول (2)

الدول العشر الأعلى استيرادا والأخرى الأعلى إنتاجا للبترول في العالم (2011)

الترتيب	الأعلى استيرادا		الأعلى إنتاجا	
	الدولة	مليون برميل/يوم	الدولة	مليون برميل/يوم
1	الولايات المتحدة	13.5	المملكة العربية السعودية	10.8
2	اليابان	5.3	روسيا	9.8
3	الصين	4.4	الولايات المتحدة	8.5
4	كوريا الجنوبية	3.0	إيران	4.2
5	الهند	2.9	الصين	4.0
6	ألمانيا	2.8	كندا	3.4
7	هولندا	2.7	المكسيك	3.2
8	فرنسا	2.4	الإمارات	3.1
9	إيطاليا	2.2	الكويت	2.7
10	سنغافورة	2.1	فنزويلا	2.6

لاحظ أن الولايات المتحدة ثالث أكبر دولة منتجة وأكبر دولة مستوردة لمعرفة حجم التقدم الصناعي

4. تغيرات المناخ Climate Change

نظرا للاتجاه العالمي لتقليل الانبعاثات الحرارية للغازات الدفيئة المعروفة باسم ظاهرة غازات الصوبات الزراعية Greenhouse Gas emission (GHG) للحد من ظاهرة احترار كوكب الأرض وارتفاع درجة حرارته بنحو 4 – 6 درجات حتى عام 2050 إذا استمرت معدلات استخدام الطاقات التقليدية بنفس معدلاتها الحالية، فإنه من المتوقع أن يتسبب استخدام الوقود الحيوي في تقليل الانبعاثات الكربونية والنتروجينية خاصة وأن إنتاج الوقود الحيوي يتطلب زيادة المساحة الزراعية والتي تقوم بامتصاص غاز ثاني أكسيد الكربون خلال عملية التمثيل الضوئي، إلا أن المعارضين لهذه الفكرة يرون أن إزالة مساحات كبيرة من الغابات الأكفأ في التخلص من تراكمات ثاني أكسيد الكربون بغرض زراعة نباتات الوقود الحيوي لن تكون في صالح خفض الانبعاثات الكربونية الناتجة من الأنشطة الصناعية ووسائل النقل والمواصلات إلا أن المتفق عليه أن الوقود الحيوي أقل في الانبعاثات الكربونية من الوقود الأحفوري أثناء الاحتراق. ويوضح الجدول التالي تجربة البرازيل في خلطها للإيثانول بنسب متدرجة مع البنزين لوقود السيارات والتي قللت من الانبعاثات الغازية نتيجة لهذا الخلط.

جدول رقم (3)

نقص الانبعاثات في الوقود بعد الخلط بالإيثانول

الانبعاثات (ميكروجرام)	نسبة الخلط			
	صفر	٪12	٪18	٪22
أول أكسيد الكربون CO	450 – 200	150	120	100
هيدروكلوروكربون HC	140	110	105	100

المصدر: Sustainable bioenergy, UN energy 2007

ويوضح الجدول التالي مساحات الغابات التي تم إزالتها خلال العقدين الماضيين وما تحاول الدول بمساعدة منظمات الأمم المتحدة لحماية الغابات لإعادة زراعة مساحات جديدة من الغابات لتعويض ما تم فقده منها. وبالمثل أيضا توضح الأشكال التالية أثير تغيرات المناخ على نقص إنتاجية معظم الحاصلات الإستراتيجية في الدول الأساسية لإنتاجها.

جدول رقم (4)

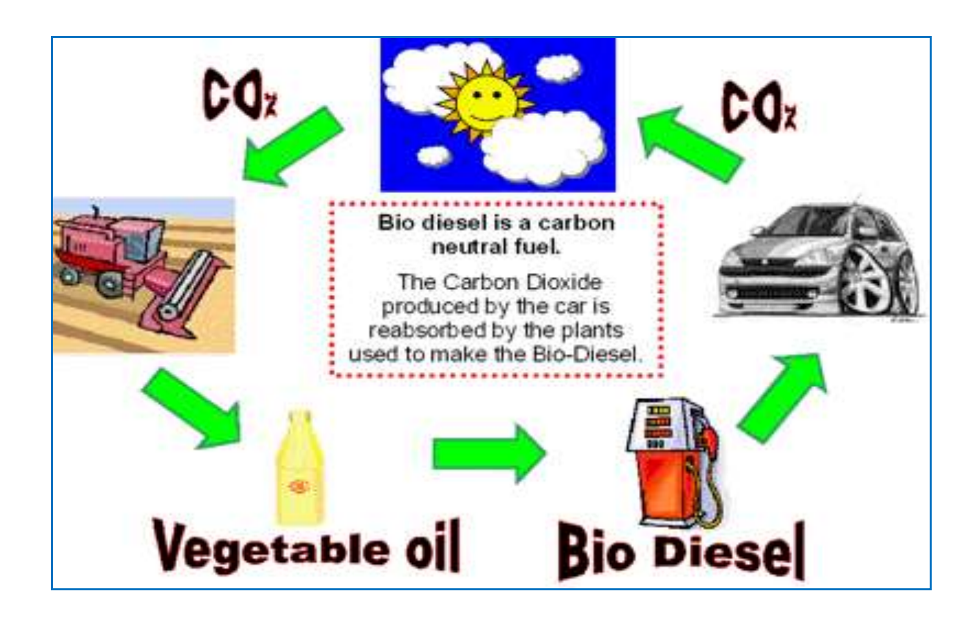
اتجاهات تناقص مساحات الغابات في العالم

المكون	1990	2010
مساحة الغابات في العالم	**4170 مليون هكتار**	**4030 مليون هكتار**
مساحة ما تم زراعته من الغابات	**178 مليون هكتار**	**264 مليون هكتار**
	2010 – 2000	2000 – 1990
المعدل السنوي لفقد الغابات	**5.2 مليون هكتار**	**8.3 مليون هكتار**
معدل إزالة الغابات للتوسع الزراعي سنويا	**13 مليون هكتار**	**16 مليون هكتار**
معدل التعويض وزراعة غابات جديدة سنويا	**4.9 مليون هكتار**	**3.6 مليون هكتار**

المصدر: FAO Stat Forest, 2011

شكل رقم(13)

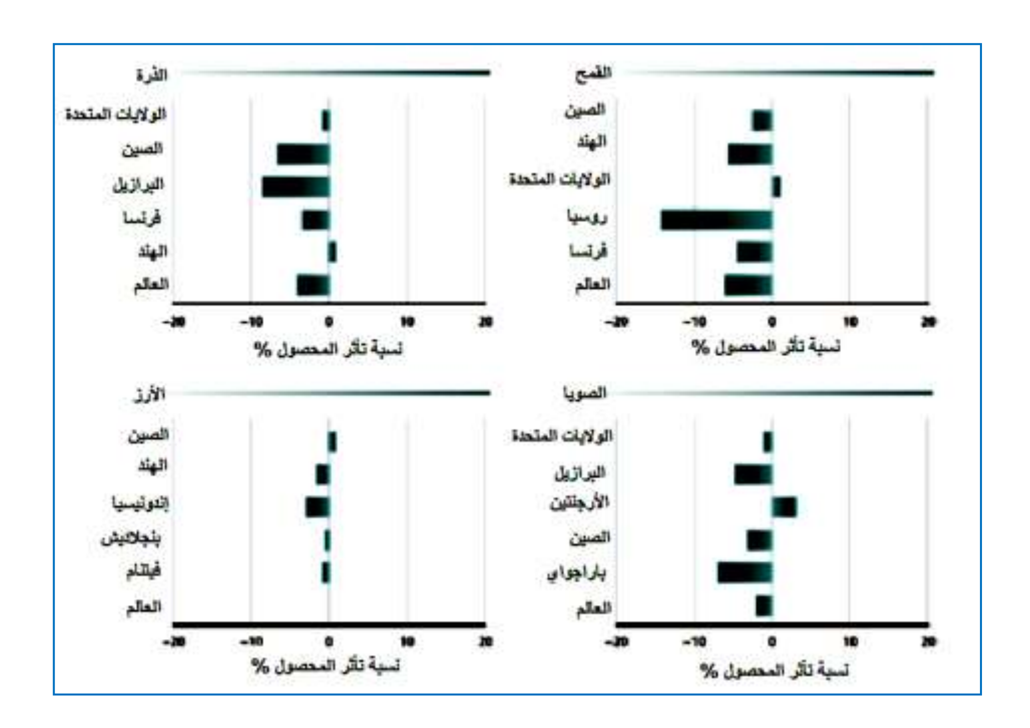
استخدام ثاني أكسيد الكربون المنبعث
من الشاحنات والآلات في إنتاج الوقود الحيوي



التأثير الأكبر لتغيرات المناخ سوف تكون على إنتاجية الحاصلات الغذائية الرئيسية خاصة الأرز والقمح والذرة والسكر ومحاصيل الزيوت وغيرها بما سيؤدي إلى خفض إنتاجيتها في عام 2050 بنحو 20٪ عن معدلاتها الحالية وربما تصل في بعض الحاصلات الحساسة لارتفاع درجة الحرارة إلى 40٪ خاصة الحاصلات الشتوية وبعضها بدأ يظهر تأثيره من الآن كما تظهر الأشكال البيانية.

شكل رقم (14)

أثر تغيرات المناخ خلال الفترة من 1980 وحتى 2008 على نقص إنتاجية القمح والذرة والأرز وفول الصويا.



المصـدر: Towards Green Economy, Pathways of Sustainable Development and Poverty Eradicates, UNEP; 2011

5. التنمية الريفية وزيادة الدخول Rural Development

لأن التوسع الزراعي يوفر العديد من فرص العمل للعاطلين وللخريجين بما يساعد على الاستقرار وتنمية الريف وزيادة دخول المزارعين لأن معظم الحاصلات الزراعية المستخدمة في إنتاج الوقود الحيوي يمكن زراعتها في الأراضي الضعيفة والصحراوية والغدقة والهامشية والمالحة بما يزيد من التوسع الزراعي ويحقق زيادة في الدخل القومي. ففي البرازيل الدولة الرائدة في إنتاج الوقود الحيوي ونتيجة للتوسع في زراعة محصول قصب السكر أمكن توفير مليون فرصة عمل جديدة خلال عام 2005 فقط بما سبب رواج في العمالة وزاد من دخول الأفراد. وقد أشارت الدول المنتجة إلى أن زيادة أسعار السلع الغذائية والحاصلات الزراعية نتيجة للتوسع في إنتاج الوقود الحيوي زاد كثيرا من دخول المزارعين بنسب وصلت إلى الضعف في بعض المحاصيل مثل القمح والذرة ومحاصيل الزيوت والنشويات إضافة إلى اللحوم ومنتجات الألبان والدواجن والمصاحبة للنشاط الزراعي (نتيجة لارتفاع أسعار الأعلاف النباتية) بما قلل الفجوة الكبيرة في مستويات الدخول بين العاملين في القطاع الزراعي وغيرهم من العاملين في المجالين الصناعي والتجاري والتي قد تصل إلى 5 إلى 15 ضعفا لصالح الأخيرين. وفي الصدد نفسه يري المنتجون أن دخول الوقود الحيوي كمنافس للبترول أدى إلى انخفاض قيمة برميل البترول كقيمة مكافئة لكمية الإيثانول المساوية لبرميل البترول حيث أصبحت قيمة الإيثانول المكافئة لبرميل البترول في البرازيل تتراوح بين 25 إلى 30 دولارا فقط للبرميل، وفي بريطانيا تراوح بين 50 – 60 دولارا وفي دول السوق الأوربية وصل إلى 70 دولارا بالمقارنة بسعره العالمي والذي تجاوز 90 دولارا لبرميل البترول خلال شهر يناير 2008 بخلاف تكاليف النقل البحري ثم إلى 120 دولارا في نهاية عام 2012.

جدول رقم (5)

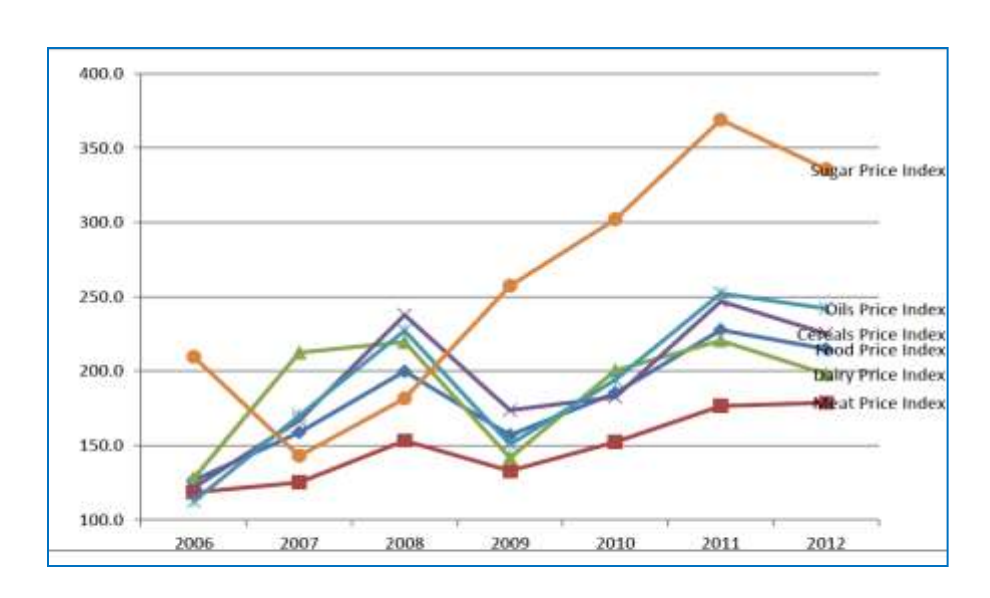
تكاليف إنتاج برميل الإيثانول الحيوي المكافئ لبرميل البترول بالدولار الأمريكي

البرازيل	بريطانيا والولايات المتحدة	السوق الأوروبي
30	50	60 – 70

ويرى المراقبون المتحفظون أن الدعم الموجه من الدول المشجعة لإنتاج الوقود الحيوي هو السبب الرئيسي في تدني أسعار الوقود الحيوي بالمقارنة بأسعار البترول حيث قدمت الولايات المتحدة الأمريكية عام 2006 مبلغ 2 مليار دولار كدعم لإنتاج 16 مليار لتر من الإيثانول بما يعني أن هناك دعما لكل لتر إيثانول حيوي يقدر بحوالي 13 سنتًا أمريكيًا، ولكن في جميع الأحوال فإن الولايات المتحدة ودول أوروبا الغربية تقدم دعما للمزارعين لزيادة إنتاجهم الزراعي سواء استخدم هذا الإنتاج في تصنيع الوقود الحيوي أو كسلع غذائية أساسية. يضاف إلى هذا الأمر أيضا أن أسعار السلع الغذائية تتأثر وترتبط بشكل كبير بأسعار البترول وأن ارتفاع أسعار البترول يأخذ بالمؤشر العام لأسعار الغذاء عاليا بسبب زيادة ارتفاع تكاليف النقل وكذا أنها تعتبر السعر الجرارة الأولى التي تؤثر على جميع الأسعار سواء للغذاء أو السلع المعمرة أو الصناعية وغيرها.

شكل رقم (15)

ارتفاع أسعار الغذاء بزيادة أسعار البترول ومنتجاته



المصدر: فاوستات 2012.

6. تلوث الهواء Air pollution

يمكن التقليل من نسب تلوث الهواء باستخدام الوقود الحيوي لأن الانبعاثات الكربونية الصادرة من الوقود الحيوي أقل كثيرا من مثيلاتها المنبعثة من الوقود الحفري إضافة إلى أن الوقود الحيوي لا يحتوي على الرصاص أو الفلزات الثقيلة الذي يحتويه العديد من أنواع البنزين والسولار وبالتالي يقل الضغط على طبقة الأوزون الحامية للغلاف الجوي لكوكب الأرض ويقلل من تلوث الهواء بما ينعكس على الصحة العامة للبشر. ويوضح الجدول التالي نسب انخفاض الانبعاثات الكربونية لمختلف المواد الخام المستخدم في تصنيع الإيثانول الحيوي نتيجة لاستخدام إيثانولها كوقود بدلا من الوقود البترولي.



تلوث الهواء

جدول رقم (6)

تأثير الإيثانول بمختلف موادة الخام في خفض الانبعاثات الكربونية

مادة التصنيع	نسبة خفض الانبعاثات الكربونية
سكر القصب	80 – 90 ٪
المولاس	70 – 75٪
ذرة رفيعة سكرية	80 – 90 ٪
حبوب (ذرة وقمح ....)	15 – 30 ٪
لجنوسيليولوز	70 – 80 ٪

المصـــــــــدر: Brja india 2012: http://petrofed.winwinhosting.net/upload/19-20%20April%202012/Presentations/Session%201/2_Abhay%20Chaudhari.pdf

7. حماية التربة الزراعية واستصلاح المزيد من الأراضي

Soil Protection and Land Reclamation

الحاجة إلى مساحات زراعية جديدة للتوسع في زراعات حاصلات الوقود الحيوي سوف تؤدي إلى استصلاح الكثير من الأراضي البور والأراضي الصحراوية والمهمشة وضمها إلى الرقعة الزراعية بسبب ارتفاع ربحية زراعات الوقود الحيوي، كما وأن الاتجاهات الحديثة لاستصلاح الأراضي واقتصادياتها تربط تكاليف الاستصلاح بالعائد المتوقع بعد الاستصلاح وبالتالي ترتبط تكاليف الاستصلاح بنوع المحصول الذي سيتم زراعته في الأرض، وفي حال كونها حاصلات ذات عائد مجزي فيمكن معها إنفاق مبالغ أكبر على عملية الاستصلاح. كما أن الزراعات الاقتصادية الحالية لحاصلات الوقود الحيوي للأراضي المتاحة سوف تقلل من احتمالات تدهور هذه الترب نتيجة لتركها بورا بدون زراعة وعدم استغلالها أو نتيجة لعدم اقتصاديات زراعاتها وقلة العائد.



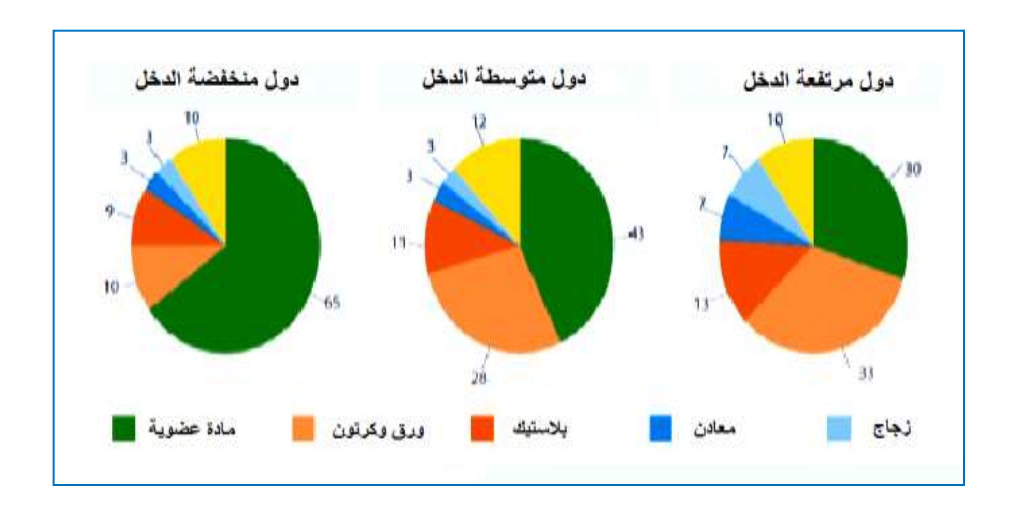

أراض تحتاج إلى استصلاح   أراضي صحراوية صالحة لزراعة الجاتروفا

8. الاستفادة من المخلفات الزراعية Residues and waste treatment

فهناك مئات الملايين من أطنان المخلفات الزراعية تتراكم سنويا في مختلف دول العالم ويعد التخلص منها مشكلة كبيرة ويتسبب في العديد من المشكلات البيئية مثل حرق قش الأرز وبقايا الحاصلات الزراعية بما يؤثر على الصحة العامة ويزيد من تلوث الهواء. استخدام هذه المخلفات في إنتاج الوقود الحيوي بمختلف أنواع بما فيه البيوجاز الذي يعد تخلصا أمنا من هذه المخلفات ويحولها إلى طاقة منتجة ويوفر الكثير من النفقات التي تستنزف في التخلص منها دون الاستفادة من الطاقة الحيوية الكامنة فيها. هناك أيضا المخلفات العضوية لقمامة ومخلفات المناطق السكنية في المدن والقرى والتي عادة ما تحتوي على نسب مرتفعة من المادة العضوية في البلدان الفقيرة تصل إلى 65٪ من مكونات القمامة، بينما في البلدان الغنية والمتقدمة تكون في حدود 30٪ فقط كما يبين الشكل التالي، وبالتالي يمكن استخدامها في إنتاج الوقود الحيوي أو البيوجاز أو الهيدروجين الحيوي كما توضح الأشكال التالية لمكونات القمامة ولتصنيع البيوجاز ثم تصنيع الكمبوست اللازم للزراعة العضوية والتي تقلل من استخدام الأسمدة الكيميائية والمبيدات وتزيد من كربون التربة وبالتالي تقلل من التلوث البيئي.

شكل رقم (16)

مكونات مخلفات المناطق السكنية في الدول الفقيرة والدول الغنية



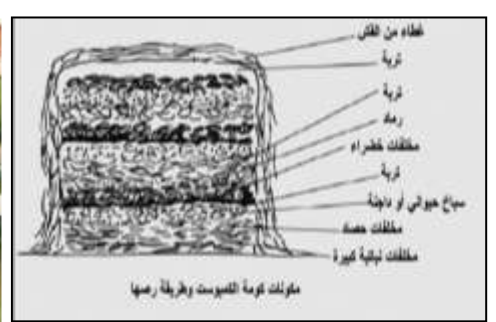
المصدر: Biofuel and Trade 2011.

شكل رقم (17)

حرق قش الأرز والسحابة السوداء وتصنيع البيوجاز والكمبوست









المرجع: Organic farming what is it (2004)

9. الاستفادة من المياه الهامشية للصرف الصحي والصناعي

الاستفادة من مياه الصرف الصحي ومخلفاته في تنمية أشجار الجاتروفا والبونجاميا ومختلف أشجار وشجيرات الوقود الحيوي والتي تتحمل الري بهذه النوعيات من المخلفات أو بالمياه المحملة بها، خاصة في المحافظات النائية والبعيدة عن شبكة الصرف الصحي، وعملها كمحصول اقتصادي وحزام للمدن ووسيلة آمنة واقتصادية للتخلص من مخلفات الصرف الصحي والصناعي في المناطق الصحراوية والزمام الصحراوي لبعض المحافظات. من مميزات هذه الأشجار أيضا أنها قادرة على النمو في الأراضي المغمورة بالمياه أو مرتفعة الماء الجوفي وبالتالي يمكن زراعتها في نصف الواحة المغمور بالمياه في واحة سيوة بجمهورية مصر العربية ونحصل على عائد اقتصادي من مصدر مهمش وغير فاعل.

هذا الحل لجأت إليه أوغندا أحدي دول حوض النيـل لزراعـة الأراضـي المغمـورة بالميـاه حول بحيرات كيوجا وألبرت وفيكتوريا وإدوارد وجورج للتخلص من المياه الزائـدة ومعالجـة الأراضي المغمورة وبالتالي محاربة النـاموس وحشـرات المسـتنقعات نتيجـة لـنقص الصـرف الزراعي وفي نفس الوقت الحصول على عائد اقتصادي مجزي وتوفير أمن الوقود وتقليل استيراد البترول ومشتقاته وتقليل التلوث الجوي ومجابهة تغيرات المناخ.

شكل رقم (18)

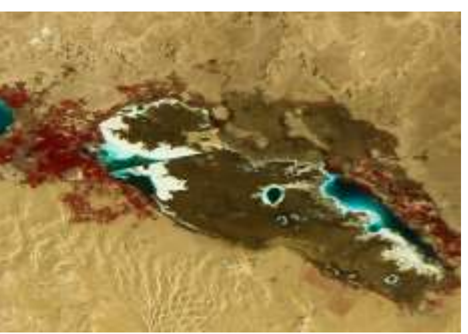
الأراضي المغمورة حول بحيرات ألبرت
وإدوارد وجورج وكيوجا على الترتيب في أوغندا





شكل رقم (19)
الأجزاء المغمورة بالماء في واحة سيوة
وغابة جاتروفا بالأقصر تروي بالصرف الصحي






ويالجدول الآتي احتياجات مختلف حاصلات الوقود الحيوي من التربة والمناخ ونوعية مياه الري والتسميد.

جدول رقم (7)

احتياجات حاصلات الوقود الحيوي من التربة ونوعية مياه الري والأسمدة

المحصول	التربة	المياه	الأسمدة	المناخ
قصب السكر	جيدة الصرف لا تقل سعتها المائية عن 15٪	عالية وموزعة بانتظام طوال موسم النمو	عالية من النتروجين وK ماعدا فترة النضج «ن» قليل	مناخ مداري حار
بنجر السكر	طينية جيدة الصرف – متحمل للملوحة والقلوية	متوسطة بمعدل 550 – 750 مم طوال موسم النمو	عالية خاصة من النتروجين في أول النمو	متنوع من المعتدل إلى البارد
الذرة	جيدة التهوية والصرف خالية من الملوحة	قليلة مستخدم كفء للمياه وذات عائد مرتفع من وحدة المياه	عالية وذات شراهة وموزعة على مدار موسم النمو	البارد المعتدل إلى المداري الحار الرطب
الذرة الرفيعة	طمية جيدة الصرف ويتحمل تطبيل التربة	مقاوم للجفاف وانتظام المياه – متوسط الاحتياج	شراهة في النتروجين	حار ويفضل أعلى من 25 درجة مئوية

القمح	قوام تربة طميي ومتوسط	متوسطة	عالية	بارد ممطر وتحت مداري واستوائي ممطر ومرتفع
الأرز	طينية جيدة الصرف	عالي ويفضل مناطق فيضانات أو أمطار	عالية ومنتظمة	حرارة منتظمة ومدارية أعلى من 30 درجة مئوية
البطاطس	عميقة ومسامية مفككة تميل إلى الحموضة -صرف جيد	عالية وكفء في استخدام المياه	عالية ومنتظمة	الحرارة المثلى بين 18 – 20 درجة مئوية.
دوار الشمس	متعدد القوام	أمطار من 600 إلى 1000 مم أو ري منتظم	متوسطة	متعدد من الجاف مع الري إلى المعتدل الممطر
المحصول	التربة	المياه	الأسمدة	المناخ
فول الصويا	طميية مفككة غنية في المادة العضوية	عالية	عالية وحمضية	متعدد من البارد إلى المداري وتحت المداري
زيت النخيل	خصبة جيدة الصرف تميل إلى الحموضة وعميقة	أمطار صيفية غزيرة بين 1800 – 5000 مم	منخفضة	مداري وتحت مداري وحرارة بين 25 – 32 م
بذور اللفت	طميية عميقة جيدة الصرف	متوسطة وأمطار ليس أقل من 600 مم	عالية	حساس لارتفاع الحرارة والأفضل بين 18-20 م
الجاتروفا	متنوعة ولا تحتاج لحرث ومتحملة للملوحة والقلوية	متوسطة بالري أو الأمطار أو بمياه الصرف الصحي والمياه المالحة	متحملة لانخفاض التسميد والمحصول أفضل بالتسميد	المداري وتحت المداري والجاف وشبه الجاف

حشيشة سويتش	متنوع من البراري إلى الهامشية	متحمـــل للجفـــاف وكـفـاء في اسـتخدام المياه	منخفضة	مناخ حار
الجوت	أرض عميقـة تميـل للحموضة وتحـتفظ بالماء	متوسطة أمطار وري	متوسـطة ولا تحتـاج مبيدات	متنوع ويفضل المناخ الحار
الصفصاف	متنوع من الطينيـة إلى الرملية	متوسطة	متوسطة إلى عالية	متحمـــل للحــرارة المنخفضـــة ماعـــدا التجمد
حشيشة الجوز	طمييـــة عميقـــة وتتحمل الفيضانات	عالية وتحتاج إلى ري تكميلي	عالية	البـــارد والشـــديد البرودة

الحاصلات الزراعية المستخدمة في إنتاج الوقود الحيوي السائل للجيل الأول.

يمكن تقسيم أهم المحاصيل الزراعية المستخدمة في إنتاج الوقود الحيوي السائل بشقيه الرئيسيين وهما الإيثانول الحيوي كبديل للبنزين والديزل الحيوي بديل السولار ومناطق استخدام كل محصول منهم على النحو التالي:

1. **البيوايثانول:**

- قصب السكر (البرازيل – استراليا – الصين – كولومبيا – إثيوبيا – الهند – تايلاند – جنوب أفريقيا– السودان – تنزانيا – ملاوي – موزمبيق – زامبيا ...).
- بنجر السكر (دول الاتحاد الأوروبي).
- الذرة (الولايات المتحدة – الصين ....).
- القمح والشعير(كندا – الاتحاد الأوروبي – إنجلترا - الصين).
- البطاطس والبطاطا (الاتحاد الأوروبي ....).
- الكاسافا (تايلاند – الصين– دول غرب ووسط أفريقيا ....).
- المخلفات النباتية (مخلفات الغابات (كندا) – مخلفات تصنيع الأخشاب والمخلفات الزراعية – نباتات ذرة العلف- مخلفات مصانع قصب السكر خاصة المولاس(دول مختلفة) - قشر حبة الأرز (تايلاند وإندونيسيا والفلبين).

شكل رقم (20)

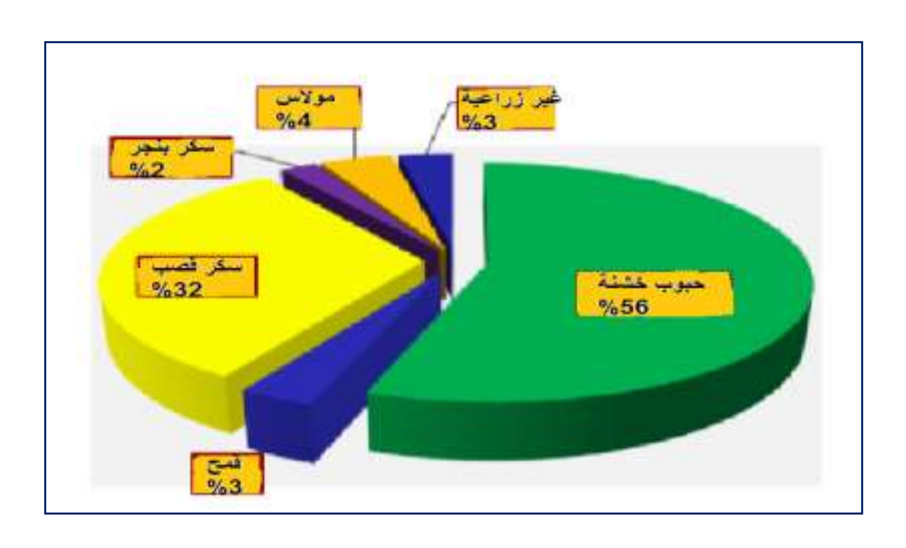
حاصلات الجيل الأول لإنتاج الإيثانول الحيوي



حاصلات إنتاج الإيثانول الحيوي بالترتيب: قصب السكر – الكاسافا –الشعير –البطاطا– بنجر السكر – الذرة – البطاطس – القمح– الشعير – الأرز.

شكل رقم (21)

نسب تصنيع الإيثانول من مختلف أنواع الحاصلات الزراعية
لعام 2011 (105 مليار لتر)



المصدر: Biofuel and trade 2011

2. **حاصلات الديزل الحيوي** (البيوديزلBiodiesel)

- بذور اللفت (دول الاتحاد الأوروبي).
- فول الصويا (الولايات المتحدة – البرازيل – الأرجنتين – دول الاتحاد الأوربي).
- زيت النخيل (ماليزيا – إندونيسيا بعض دول غرب أفريقيا وتنزانيا ....).
- زيت بذرة القطن (دول منابع النيل).
- زيت جوز الهند (الفلبين).
- الجاتروفا والكارنيا والبونجاميا:(ألمانيا– الهند– غانا – موزمبيق – تنزانيا – زامبيا – المكسيك – مدغشقر ......).
- بذور زيت الخروع:(السنغال ودول غرب أفريقيا).

شكل رقم (22)

حاصلات الجيل الأول لإنتاج الديزل الحيوي



بذورالصويا بذور دوار الشمس بذور خروع

بذور زيت اللفت (كانولا) بذور الجاتروفا بذور الكارنيا

تمر زيت النخيل جوز الهند بذرة القطن

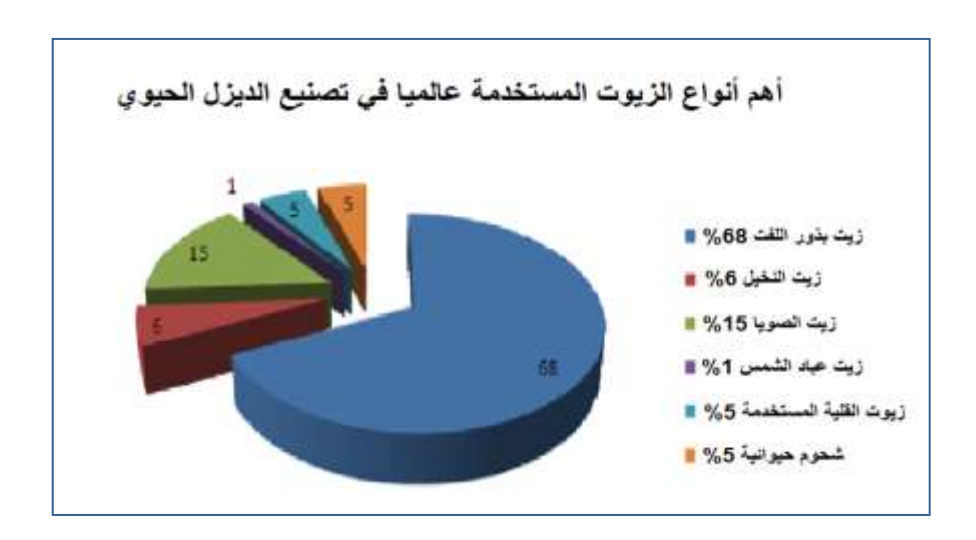


ثمار جاتروفا 40٪ زيت   بذور البونجاميا   مضخة ديزل حيوي

ويوضح الشكل التالي أهم ونسب أنواع الزيوت الخام المستخدمة في تصنيع الديزل الحيـوي في عام 2012.

شكل رقم (23)

أهم الزيوت المستخدمة عالميا في تصنيع الديزل الحيوي لعام 2012.



تعريب للمؤلف عن بيانات لوكالة الطاقة العالمية 2012

3. تصنيع الإيثانول الحيوي وكفاءة إنتاجه من مختلف المحاصيل.

يستخرج وقود الإيثانول الحيوي بشكل أساسي من المحاصيل السكرية والنشوية على إعتبار أن التركيب الكيميائي للنشويات عبارة عن سكريات عديدة Poly Saccharides. تبدأ أولى خطوات التصنيع في المحاصيل السكرية بعملية الكسر للقصب والحصاد للبنجر والتقطيع إلى أجزاء صغيرة (وهذا يقلل من الفاقد أثناء الحصاد حيث يستفاد من كسر المحصول) ثم العصير للحصول على المحاليل السكرية للمحصول والتي تخلط مع أنواع محددة من الخمائر في غرف خاصة تعرف بغرف التخمر اللاهوائي حيث تتم فيها عملية التخمر للمحلول السكري بمعزل عن الهواء أو بمعنى أصح بمعزل عن الأكسجين. وتحت ظروف التخمر اللاهوائي تفرز الخمائر العديد من الإنزيمات التي تخمر السكر وتحوله إلى حامض لاكتك وغاز ثاني أكسيد الكربون وإيثانول (كحول إيثايل). المحاصيل النشوية تحتاج إلى خطوة إضافية عن المحاصيل السكرية يتم فيها تحويل جزيئات النشا، إلى سكريات بسيطة بعملية إضافية تسمى «التسكر» أي تحويل النشا بسكرياته العديدة إلى سكر أحادي ليدخل بعد ذلك في عملية التخمر المعتادة. بعد انتهاء عملية التخمر يجرى للمزيج عملية تقطير لفصل الخمائر البادئة للتخمر وكذلك للتخلص من بعض المنتجات الثانوية المتكونة أثناء عملية التخمر. العملية الأخيرة للإنتاج يتم فيها تركيز الإيثانول ونزع المياه الزائدة بالتبخير ليصل بتركيز الإيثانول إلى 95 إلى 99.8٪. وتوضح الأشكال والمعادلات التالية عملية تصنيع الإيثانول.

شكل رقم (24)

عصير قصب السكر بعد إضافة الخمائر إليه لتصنيع الإيثانول الحيوي



ويمكن إجمال التفاعل في تحويل السكر سواء الناتج من القصب أو البنجر إلى إيثانول بعد إضافة الخمائر اللاهوائية المناسبة في المعادلة التالية:

$$C_6H_{12}O_6 + 2\ ADP \longrightarrow 2\ C_2H_5OH + 2\ CO_2 + 2\ ATP + 10.6\ kj$$

سكر الجلوكوز إنزيمات إيثانول

حيث:

ADP : إدينوزين ثنائي الفوسفات Adenosine di-phosphate.

ATP : أدينوزين ثلاثي الفوسفات Adenosine Tri-phosphate

Kj = طاقة حرة (حرارة) كيلو جولي.

شكل رقم (25)

خطوات تصنيع الإيثانول الحيوي



ومن أهم المحاصيل السكرية التي تستخدم في التخمير لإنتاج الإيثانول هي قصب السكر وبنجر السكر والذرة السكرية، أما أهم المحاصيل النشوية المستخدمة فهي الذرة والقمح والكاسافا والبطاطس والبطاطا.

تصنيع الإيثانول من حبوب الذرة

الخطوات الرئيسية للتصنيع

التنظيف ← الطحن ← الطبخ والإسالة ← التسكير ←
التخمير ← التقطير ←

وفقا للخطوات التالية:

تحضير المهروس Preparation of mash

لتحضير ما يعرف بالمهروس يمكن أن يستخدم كل من مطحون الذرة الجاف أوالمطحون الرطب أي الناتج من محصول حبوب الذرة من الحقل مباشرة دون تعرضها للتجفيف لخفض نسبة الرطوبة في الحبوب والتي تتراوح بين 12 إلى 15٪. والنواتج الرئيسية النهائية لمطحون الذرة الجاف هي الإيثانول، ثاني أكسيد الكربون، ونواتج تقطير الحبوب، ولكن رأس المال المستثمر في مجال استخدام مطحون الذرة الجاف أقل من ذلك المستثمر في مجال استخدام مطحون الذرة الرطب وذلك لأن الغرض الأساسي من استخدام مطحون الذرة الجاف هو الحصول على النشا بهدف إنتاج الإيثانول أما في حالة مطحون الذرة الرطب فهناك نواتج أخرى يهدف المستثمرون إلى الحصول عليها فيما يسمى بالمصانع المتكاملة حيث يكون الهدف هو الحصول على الإيثانول، وزيت الذرة، وعلائق الجلوتين، والنشا النقي، وبعض عصائر أو مشروبات النشا، وسائل منقوع الذرة، وكذلك الخميرة.

تبدأ عملية تحضير المهروس من الذرة الجاف بعملية الإسالة، وهي عملية تشتيت لحبيبات النشاغير الذائبة في وسط سائل، يتبعها تحلل جزئي باستخدام إنزيمات ألفا أميليز a-Amylases المقاومة لدرجات الحرارة المرتفعة، فحبيبات النشا بطبيعتها تكونغير ذائبة ولكن عندما تسخن في السوائل فإنها تتشرب كمية كبيرة من الماء وتنتفخ ويتغير بنائها حيث تنفجر الحبيبات ويتشتت النشافي المحلول. وتحتاج عمليةالتشتت لكامل للنشا لكي يصبح في صورة معلق أو هلام إلى درجات حرارة مرتفعة تتراوح بين 105-110°م. وفي العمليات الصناعية فإن هذا المعلق يكون محتواه من النشاأكثر من 35٪ (وزن/ حجم) ولذلك فإن لزوجته تكون عالية جداً. وتستخدم إنزيمات الألفا أميليز a-Amylases المقاومة للحرارة المرتفعة لتخفيض هذه اللزوجة وتحليل المعلق جزئياً. وينبغي أن يتم هذا التحلل الجزئي قبل تبريد المحلول، لأن التبريد يؤدي إلى ترسيب النشا وتجميعه مرة أخرى. في السابق كانت الطريقة التقليدية في تخفيض اللزوجة وتحليل النشا جزئياً تتم باستخدام حامض الهيدروكلوريك أو الأوكساليك عند درجة حرارة من 140-150°م لمدة 5 دقائق ولكن منذ اكتشاف إنزيمات الـ a-Amylases المقاومة للحرارة لم يعد يستخدم الحامض في تكنولوجيا النشاحيث أن استخدام هذه الإنزيمات يعني ظروف معتدلة وعدم تكون نواتج وسطية بالإضافة إلى تقليل التكاليف.

تبدأ الخطوات العملية لمرحلة الإسالة بتنظيف الذرة ثم طحنه بغرض الحصول على حبيبات صغيرة ذات مساحة سطح كبيرة تعمل عليها الإنزيمات وبالتالي تسهل عملية تحويل الذرة إلى مادة جيلاتينية.

تضاف بعد عملية الطحن كمية قليلة من الماء إلى الذرة المطحون ويتم التقليب ثم تستخدم هيدروكسيد الكالسيوم أو الأمونيوم كمحاليل منظمة لضبط درجة الحموضة pH مابين 6 إلى 7.

يضاف بعد ذلك إنزيم ألفا-أميليز (a-amylase) المقاوم لدرجات الحرارة المرتفعة والمتحصل عليه من البكتيريا Bacillus licheniformis بنسبة 0.5٪ (حجم/ حجم). وعلى الرغم من أن درجة حموضة هذه العملية ليست هي المثلى لإنزيم ألفا-أميليز إلا أن ميزة هذا الإنزيم أنه يظل نشط عند درجة حرارة الطبخ والتي يكون الغرض منها هو إسالة النشا وتقليل اللزوجة.

وقد وجد أن إضافة أيونات الكالسيوم بتركيز حوالي 60 مجم/ لتر ضرورية لنشاط الإنـزيم. ويمكن لعملية الإسالة أن تتم بشكل متقطع Batch أو بشكل مستمر Continuous.

يجب أن تكون قيمة مكافئ الدكستروز Dextrose equivalent (DE) في نهاية عملية الإسالة ما بين 12 إلى 20 حتى يتم تجنب عملية عودة النشامن الحالة السائلة إلى حبيبات أو بلورات غير ذائبة. ولتوضيح معنى مكافئ الدكستروز نذكر أن نواتج تحلل النشا تقسم حسب محتواها من السكريات المختزلة ويمثلها سكر الجلوكوز، فبالنسبة للجلوكوز النقي، يعبر عنه بالمصطلح DE100أي أنه إذا كان لدينا مادة ولها DE مقدارها 100 فهذا يعني أن هذه المادة عبارة عن جلوكوز نقي أما النشا النقي فقيمة DE الخاصة به تكون قريبة من الصفر.

تبدأ بعد مرحلة الإسالة مرحلة **التسكر**وهي عملية يمكن أن تختلف باختلاف المنتج المراد الحصول عليه. يتم تبريد النشاالمسال (الدكسترين) ثم يضاف إنـزيم جلوكوأميليز Glico-amylase والذي يتحصل عليه من فطر Aspergillus niger على درجة حرارة 60°م وذلك لتسكير الدكسترين إلى سكريات قابلة للتخمر. يقوم إنزيم جلوكوأميليز في هذه الخطوة بتحليل الروابط في كل من الأميلوبكتين والأميلوز وبذلك تنتج السكريات القابلة للتخمر والتي تتوقف نسبتها إلى نسبة الدكسترين المتبقي على كمية وجودة إنزيمات الأميليز المستخدمة. يسمى هذا المخلوط الأخير المحتوي على السكريات القابلة للتخمر وبعض من الدكسترين المتبقي بدون تسكير «المهروس» Mash بعد يبرد بعد ذلك المهروس إلى 30-35 °م ثم ينقل إلى المخمر ويلقح بالخميرة.

يستمر المهروس في المخمر وحدوث هدم وتسكير الدكسترين المتبقي بواسطة الإنزيمات المضافة حتى تصبح كل أو معظم الكربوهيدرات قابلة للتحول إلى إيثانول. وبلا شك فإن تركيب المهروس يختلف اختلافاً كبيراً من مصنع إلى آخر. وقد وجد أن المهروس المحتوي على نسبة عالية من الدكسترين غير المتحلل تحتاج إلى فترة تخمير طويلة وذلك لأن درجة حرارة التخمير (أقل من 35°م) لا تناسب عملية التسكر بواسطة إنزيم جلوكو أميليز الذي ينشط جيداً عند درجة حرارة 60°م.

تعتبر الخمائر بوجه عام من الكائنات غير الهوائية اختياراً، وفي وجود الهواء فإنها تنمـو حتـى تعطي وزنا جافا من خلايا الخميرة يصل إلى 50٪ من وزن السكر الذي وضع لها أثنـاء التخمـر وتم تمثيله. ويجب أن يظل تركيز السكر منخفض أثناء تكاثر الخميرة وذلك عن طريـق الإمـداد المتزايـد بـه وذلـك لتجنـب التـأثير المثـبط للسـكر والمعـروف بتـأثير الجلوكـوز Glucose effect.ويرجع التأثير المثبط لسكر الجلوكوز إلى وجود كمية كبيرة أي دفعة واحدة مـن السـكر سهل التمثيل ونتيجة سهولة تمثيلـه في المراحـل الأولى تتـراكم نـواتج التفاعـل دون هضـم ولا تستطيع خلايا الخمائر التخلص منها وبالتالي يتسبب تراكم هذه النواتج في توقف التفاعـل، لأنـه كيميائيا لكي يسير التفاعل في اتجاه اليمين فيجب الـتخلص فـورا مـن نـواتج التفاعـل حتـى لا يحـدث التـوازن بـين المـدخلات والمخرجـات وبالتـالي تكـون المخرجـات دائمـا أقـل مـن المدخلات فيسير التفاعل في اتجاه تكوين المخرجات أي نواتج التفاعل. ولـذلك فـإن العمليـة المتبعة في التخمير هي الحفاظ على تركيز منخفض من السكر، عندما يكون المقصود هـو إنتـاج خميرة جافة نشطة أو عندما يكون المقصود هو إنتاج البروتين الحيوي ولكن ذلك لا يتم ذلـك في عملية إنتاج الإيثانول حيث تكون الخميرة تحت ظروف شبه لا هوائية.

بالنسبة لكمية الأكسجين المطلوبة في عملية إنتاج الإيثانول فهي قليلة وعادة مـا يـتم إدخـال حوالي 8-20 مجم أكسجين ذائب/ لتر وذلك قبل التلقيح بـالخميرة. وعـلى الـرغم مـن وجـود بعض الأكسجين المضاف والضروري لنمـو الخميـرة تبـدأ الخميـرة في تصـنيع الإيثـانول مـن السكريات القابلة للتخمر وعادة ما يكون وزن خلايا الخميرة المتكونة تحت هذه الظروف أقـل من 5٪ من وزن السكر الذي يتم تمثيله. وتقوم الخميرة بأكسدة السـكر إلى حـامض البيروفيـك من خلال عملية الجليكوليسز Glycolysis .

وفي هذه العملية فإن النشا كسكر عديد وله الرمز الكيميائي n(C6H10O5) (حيث n تعني عديد) يتم تحلله وتفككه بواسطة الإنزيمات المضافة إلى سكر جلوكوز n C6H12O6 أي بعدد n ، وبعده يصبح السكر جاهزاً للتخمر بواسطة الخميرة. وعندما يكون عدد وحدات الجلوكوزكبير في جزيء النشا فإن ينتج عن ذلك سكر الجلولكوز وعدد كبير من جزئيات غاز ثاني أكسد الكربون 2nCH3CH2O ، وبالأخذ في الاعتبار أن الوزن الجزئي للجلوكوز هو 180 وأن الوزن الجزئي للإيثانول 46 وأن كل جزئ جلوكوز يعطي 2 جزئ إيثانول (بالإضافة إلى كميات كبيرة من النواتج الثانوية وثاني أكسيد الكربون والطاقة كما في المعادلة السابق ذكرها)، فمن الناحية النظرية كل جزئ جلوكوز يعطي 2 جزئ إيثانول، أي أنه يمكن القول أن كل 100 جرام جلوكوز تعطي 51.1 جرام إيثانول، وبنفس الطريقة نجد أن كل 100 جرام من النشا تعطي 56.7 جرام إيثانول.

هذا من الناحية النظرية ولكن في الواقع لا يمكن لأي ميكروب أن ينتج إيثانول بنسبة 100٪ من القيمة النظرية بسبب استهلاك بعض من السكر في نمو الخميرة وكذلك بسبب تحول بعض من السكر إلى نواتج وسطية أخرى. وعلى أية حال فإن هناك اختلاف كبير في كفاءة سلالات الخميرة المستخدمة في عملية الإنتاج وهناك جهود كبيرو تبذل في مجالات علوم البيولوجي والهندسة الوراثية والتقنية الحيوية بزرع جينات جديدة بالتحور الوراثي لإنتاج سلالات تعطي نسبة عالية الإنزيمات سريعة التخمر لزيادة كفاءة إنتاج الإيثانول.

هناك طريقة أخرى لحساب الكفاءة وتطبق في كثير من حسابات صناعة الإيثانول وتعتمد على محتوى الحبوب من النشا ولكن يجب أن يكون الحساب على أساس محتوى الحبوب الجافة من النشا وليس الحبوب الرطبة. ففي للقمح على سبيل المثال، فإن كمية مقدارها واحد طن عند مستوى رطوبة 12٪ تحتوي على 880 كيلو جرام من الحبوب ، وبما أن القمح يحتوي على نسبة نشا تساوي 63٪ فإن كل طن يحتوي على 554 كيلو جرام من النشا. وعندما يتحلل النشا يزداد الوزن الجزيئي لنواتج التحلل بسبب تحلل الروابط ويكون الناتج مساويا 554 ´ الوزن الجزيئي للجلوكوز/ الوزن الجزيئي لوحدة تكوين سلسلة النشا ، أي 554 –162/ 180 أي 616 كيلوجرام من السكر ،

والقيمة النظرية لإنتاج الإيثانول من السكر تساوي 51.1٪ مما يعني أن القيمة النظرية لإنتاج الإيثانول من واحد طن قمح تساوي 616 – 100/ 51.1 ´أي 315 كيلو جرام من الإيثـانـول . وإذا كـان مـن المعلـوم أن معظـم سـلالات الخميـرة المستخـدمـة تعطـي محصـول مـن الإيثـانـول يسـاوي من 90 إلى 93٪ من القيمة النظرية فهذا معناه أن كل طن قمح رطب يعطـي ناتج نهائي من كحول الإيثانول مقداره 360–372 لتر مع الأخذ في الاعتبار كثافة الكحول.

وليس من الشائع وجـود عمليـة إنتـاج إيثـانول بكفـاءة أكثـر مـن 93٪ مـن القيمـة النظريـة وخصوصاً على المستوى التجاري. وعلى أية حال فإن كفاءة التخمير تختلف عن كفاءة الخميـرة حيث أن كفاءة التخمير تتكون من كفاءة الخميرة ، وكفـاءة عمليـة التقطيـر ، وكفـاءة التسـكير. وربما تكون كفاءة التسكير من العوامل الهامة جداً حيث أن وجـود نسـبة عاليـة مـن النشـا غيـر المتحلل في المهروس يؤدي إلى فقد كبير في إنتاج الإيثانول بالنسبة للقيمة النظرية. ومن النادر أن يقاس هذا العامل عند إنتاج الإيثانول على المستوى التجاري رغم أن كثير من العلماء ومنذ وقت مبكر نسبياً مثل Wallace سنة 1986م ذكروا حقيقة علمية مؤداها أن الفقد في إنتاج الإيثانول قد يصل إلى 20٪ من القيمة النظرية أو أكثر وأن أسباب ذلك على الترتيب هي الفشل في استخلاص كامل للنشا من الحبوب، وعدم اكتمال تسكير الدكسترين ، وتكون سكريات غير قابلة للتخمـر، واستخدام الخميرة للسكريات في عملية التكاثر والنمو، وتكون نواتج وسطية غير مرغوب فيهـا بواسطة الخميرة أو بواسطة ميكروبات التلوث إن وجدت.

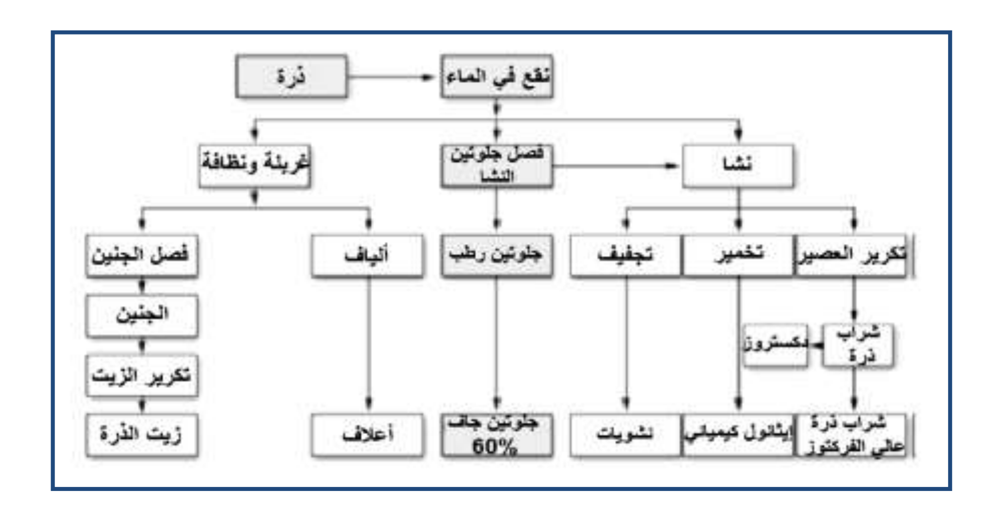
ومن المهم هنا أن نشير إلى أن الخميرة المتنامية، أي التي يزداد عـددها باسـتمرار حتـى ولـو بقيمة قليلة أثناء عملية التخمر، تنتج إيثانول بطريقة أكفأ وأسرع من الخميرة التـي تنمـو إلى حـد معين ثم تتوقف عن النمو. وقد وجد أن الخميرة المتنامية تعطي طاقة ونواتج تمثيل ضـعف مـا تعطيه الخميرة التي تتوقف عن النمو، ولذلك فإن كـل الجهـود تبـذل لجعـل ظـروف التفاعـل مناسبة لكل من إنتاج الإيثانول ونمو الخميرة في نفس الوقت. وفي هذا الصدد لابد من الأخـذ في الاعتبار توافر المواد الغذائية للخميرة في بيئة إنتاج الإيثانول،

ولابد من المعرفة الدقيقة لتركيب المادة الخام للتأكد من أنها تحتوي على كل العناصر الغذائية اللازمة لحياة الخميرة و إضافة العناصر الناقصة، فعلى سبيل المثال فإن المولاس ينقصه مادة البيوتين اللازمة لحياة الخميرة كما أن المولاس والفاكهة ينقصهما النيتروجين الميسر الذي تحتاجه الخميرة لتخليق البروتين والأحماض النووية. كما أن محاليل الجلوكوز ينقصها النيتروجين والكبريت والفوسفات وهي كلها عناصر ضرورية لحياة الخميرة.

ويمكن أن يخلط الإيثانول الناتج بالجازولين (البنزين) أو يستخدم منفردا كوقود للسيارات بعد تعديلات طفيفة في موتورات السيارات كما حدث في البرازيل والتي تسير فيها السيارات إما بالإيثانول منفردا أو مخلوطا مع الجازولين أو بالجازولين منفرد عن طريق التحكم من داخل السيارة لضبط نوع الوقود طبقا للمتاح منه.

شكل رقم (26)

تصنيع الإيثانول وبعض المنتجات المهمة من الذرة



استخدام بقايا الخبز في صناعة الوقود الحيوي

طالب العالم الألماني تيمو بروكر في عام 2010 بحسن استغلال بقايا الخبز في ألمانيا في ضوء الكميات الكبيرة التي تلقى منه سنويا لأن هناك فائضا من الخبز في ألمانيا يصل إلى نحو 600 ألف طن سنويا، فإذا كنا نلقي بمثل هذه الكمية من الخبز في القمامة فعلينا أن نحاول استغلالها بشكل فعال. ويجري العالم بروكر وهو باحث في معهد تقنيات الأغذية التابع لجامعة أوستفيستفالين ليبه دراسة على تخمر الخبز وتحويله إلى إيثانول حيوي. ويرى بروكر إن إمكانيات الحصول على وقود بدون استخدام وسائل الوقود الأحفوري محدودة جدا ولكننا نستطيع باستخدام الإيثانول الحيوي تحقيق نجاح سريع دون انتظار لتطوير تقنيات صناعة السيارات. واستطاع بروكر التدرج خلال التجارب المعملية في معالجة النشا وتحويله إلى وقود حتى أنه بدء تجربة كبيرة في مصنع تقطير روكشتيت في شمال ألمانيا لإنتاج الوقود من بقايا الخبز

وأستطاع بذلك أن يحول عشرة أطنان من بقايا الخبز باستخدام الخميرة والإنزيمات إلى 2453 لترا من الوقود الحيوي وهي كمية كافية للمزج مع 50 ألف لتر بنزين حسبما تقتضي اللوائح القانونية في ألمانيا. هذه النتيجة جعلت شركة التقطير التي أجريت فيها التجربة تبحث عن شركاء يتعاونون معها في إنتاج هذا النوع من الوقود الحيوي بشكل تجاري. العالم الألماني هولجر بورشيرس أشاد بنجاح هذه التجربة موضحا أنه يمكن استخلاص النشا والسكر من بقايا الخبز، ويتبقى من ذلك ما يسمى كسبة أو عجينة يمكن استخدامها في تصنيع علف للحيوان أو في إنتاج البيوغاز. نجاح تجربة إنتاج الإيثانول من الخبز امتدت بعد ذلك إلى بقايا البيتزا والتي تصلح أيضا أيضا لنفس الغرض وكذلك بقايا وجبات الحبوب والكعك، كما أن السميط وباقي المخبوزات الأفرنجية يمكن أيضا الحصول منها على كميات كبيرة من الإيثانول. غير أن تيمو بروكر لا يعتزم تخمير بقايا الخبز الخالص فقط حيث إن هذا الخبز يستخدم بالفعل في صناعة الأعلاف الحيوانية ولكننا نستطيع خلافا لصناعة الأعلاف استخدام الخبز الفاسد أيضا وبقايا الخبز الذي يستخدم في عمل جميع أنواع الساندوتشات والفطائر. وأشار الباحثون إلى أنهم حصلوا على ما يصل إلى 350 ميلليتر إيثانول من كل كيلوجرام من هذه البقايا. ولكن للأمانة فإن اتحاد بوند الألماني لحماية البيئة أبدى تشككه في جدوى هذه التجارب حيث يرى راينهيلد بيننج خبير الاتحاد أن استخراج الإيثانول يحتاج إلى الكثير من الطاقة وهو بذلك ليس الطريق الأكثر ترشيدا للاستفادة من بقايا المواد الغذائية.وأشار بيننج إلى أن الاتحاد يرفض مزج الإيثانول المستخرج من النفايات العضوية مع البنزين وذلك لقلة كفاءة المحركات الحالية مما يجعلها تهدر جزءا كبيرا من هذا الوقود كما وأن حماية المناخ لا يمكن أن تتحقق بشكل مجد بمزج الإيثانول المستخرج من بقايا المواد الغذائية مع البنزين، وعلى شركات صناعة السيارات أن تطور بدلا من ذلك محركات ذات مستوى أفضل من المحركات الحالية. ويرى فرانك برونينج من اتحاد الشركات المصنعة للوقود الحيوي أن تجارب استخراج الإيثانول من بقايا الخبز – طريق مهم – ولكنه يعتقد أن هذا الطريق قد يواجه مشاكل خاصة بالمحصلة النهائية لهذه الطريقة بالنسبة للبيئة ولن يصبح هذا الطريق مجديا اقتصاديا إلا إذا توفرت الكميات الكافية من بقايا الخبز، وأن ذلك سيحتاج إلى طرق نقل طويلة. وبالتالي فإن هذه الطريقة ربما كانت مجدية مع شركات التقطير الصغيرة.

الإيثانول من كل شئ سكري أو نشوي لزيادة دخول المزارعين

تصنيع الإيثانول من ثمار البطيخ الزائد

يتم التخلص في الولايات المتحدة كل عام من نحو 340 مليون كيلوجرام من ثمار البطيخ لاعتبارها زائدة عن حاجة السوق وبالتالي فسادها .وبطبيعة الحال لا يمكن بيع تلك الثمار بسبب فسادها أو احتراقها جراء أشعة الشمس الحارقة أو لإصابتها بإحدى الآفات. ولأن موسم البطيخ لعام 2009 كان جيدا إلى حد كبير فإنهم أضافوا أن 20 بالمائة من المحصول السنوي لا يجد طريقه إلى المستهلك .العلماء في ولاية أوهايو بحثوا الأمر للوصول إلى أفضل سبيل للاستفادة من هذا الكم الكبير من البطيخ الهالك.نجحت تجارب مجموعة من الباحثين وتمكنوا من استخراج الإيثانول من ثمار البطيخ.المدير التنفيذي للجمعية القومية لمنتجي البطيخ في الولاية وأبدى سعادته بالاستفادة من هذا الكم الهالك من ثمار البطيخ بما يعود بالفائدة على المزارعين وعلى الاقتصاد الأمريكي وعلى أمن الطاقة لأن البطيخة الناضجة تماما تحتوى على جميع العناصر اللازمة من ماء وسكر وألياف واللازمة لاستخراج الإيثانول منها.

وكانت جمعية منتجي البطيخ قد بدأت قبل نحو أربع سنوات دراسة إمكانية استخراج الإيثانول من السكر الموجود في البطيخ ودفعها إلى ذلك تلف كميات كبيرة من البطيخ عدم وصول قدر كبير من المحصول في الولايات المتحدة إلى الأسواق. الباحث الكيميائي وين فيش تمكن وفريقه من خلط الخميرة بالسكر المستخرج من البطيخ وبعد ان يتخمر المزيج يجري تقطيره لاستخراج الإيثانول المركز الذي يحوي كمية قليلة من الماء ويصل تركيزه إلى خمسة وتسعين في المئة من الإيثانول.

ويؤكد العالم فيش أن استخراج الإيثانول من البطيخ لا تهدف الى الاستعاضة عن الإيثانول المستخرج من قصب السكر أو من الذرة وإنما زيادة كميات الإيثانول المنتجة فقط.

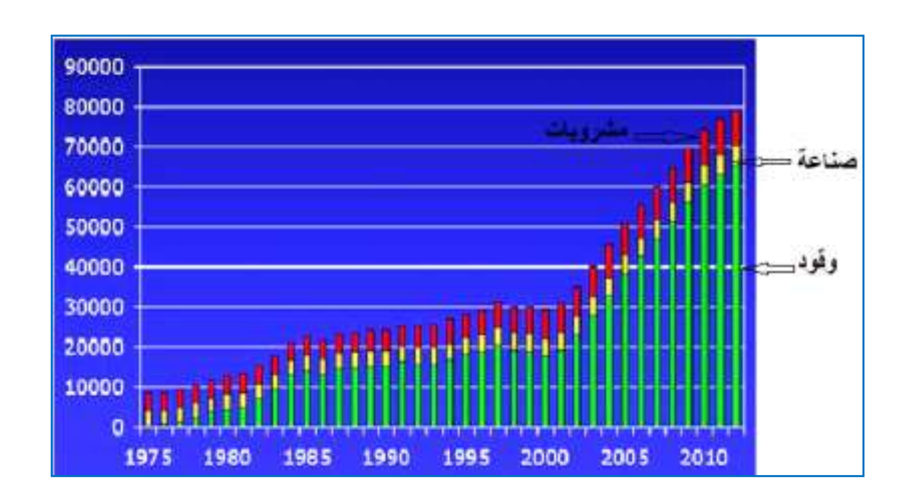
كما يرى الباحث الكيميائي بوب موريس إلى أن نجاح التجربة قد يفتح سوقا جديدة أمام المزارعين الذين سيكون بإمكانهم بيع محصولهم الجيد من البطيخ الى المواطنين والتالف منه إلى منشآت تصنيع الإيثانول وبإمكان المزارع حصد محصوله بأكمله وشحنه إلى منشأة استخراج الإيثانول وبالتالي يستفيد هو من ثمنه لتغطية نفقاته بدلا من تحمل خسارة شاملة.هذا ويقول الباحثون إن مادة الإيثانول المستخرجة من البطيخ لفتت الانتباه إلى الدرجة التي دفعت شركة في ولاية تكساس الأميركية إلى تشغيل وحدة متنقلة لتحويل السكر المستخرج من البطيخ إلى إيثانول مباشرة في الحقول.

الإنتاج العالمي من إيثانول الجيل الأول للحاصلات الغذائية

الإيثانول إستخدمات عديدة سواء كوقود أو في الأغراض الصناعية وصناعة العطور والخمور بالإضافة إلى الاستخدامات الطبية كمطهر بالإضافة إلى بعض الأغراض الأخرى. ولذلك تختلف نسب إنتاج الدول من الإيثانول في مختلف الأغراض عن الإيثانول المستخدم كوقود فقط سواء بمفرده أو بالخلط مع الجازولين وبنسب مختلفة تختلف من بلد إلى أخر. ويوضح الشكل التالي الإنتاج العالمي من الإيثانول الكلي ومن إيثانول الوقود الحيوي.

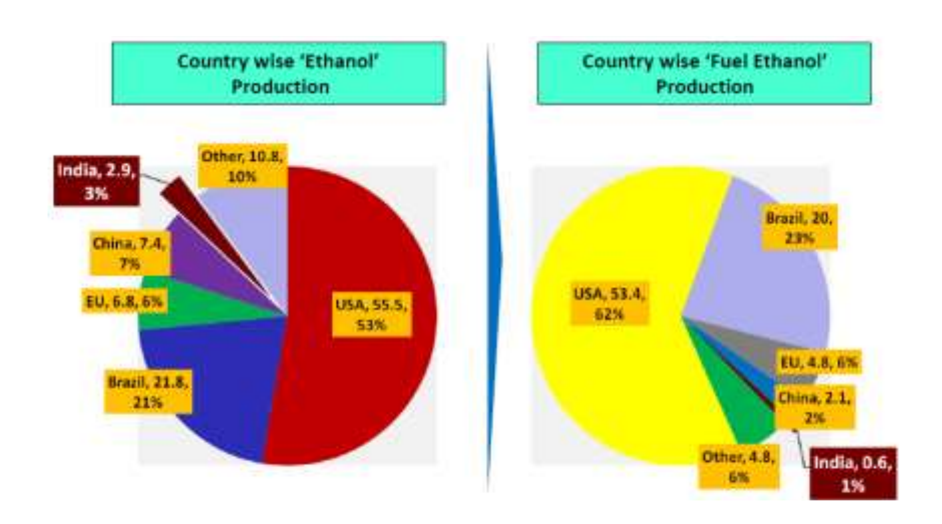
شكل رقم (27)

استخدامات الإيثانول في الوقود والصناعة والمشروبات الكحولية



شكل رقم (28)

الإنتاج العالمي من الإيثانول الكلي ومن الإيثانول كوقود



وقود الإيثانول **الإيثانول الكلي**

المصـــــــــدر: Brja india 2012: http://petrofed.winwinhosting.net/upload/19-20%20April%202012/Presentations/Session%201/2_Abhay%20Chaudhari.pdf

تعد البرازيل هي الدولة الأولى عالميا إنتاجا وتصديرا للسكر حيث تنتج ثُلث الإنتاج العالمي منه تليها الهند إنتاجا كما يوضح الجدول التالي. وتتميز البرازيل في إنتاجها من السكر أنها تعتمد بشكل كامل على غزارة أمطارها في المنطقة الاستوائية وهي من أعلى المعدلات العالمية للأمطار وتتجاوز 2500 مم في السنة بعكس الهند التي تعتمد بجانب الأمطار على الري الجزئي وبالتالي يستهلك إنتاج السكر في الهند كميات من المياه أكثر مما يستهلكها في البرازيل وبالتالي فإن إنتاج لتر الإيثانول في الهند يستهلك نحو مرة ونصف قدر كمية المياه التي يستهلكها إنتاجه في البرازيل. لهذا السبب تعتبر البرازيل هي الدولة الأقل تكلفة في إنتاج السكر وأقل سعرا في أسعار بيعه محليا لمواطنيها.

اختلاف كفاءة المحاصيل في إنتاج الوقود الحيوي من منطقة إلى أخرى

تختلف كفاءة إنتاج المحصول من منطقة إلى أخرى طبقا لوقوعها في الحزام المناخي لإنتاج محصول معين أو لبعدها عنه وكذا للوفرة المائية للمنطقة ومدى اعتمادها في الزراعة على الأمطار التي لا تضيف أعباء مالية على تكاليف الإنتاج أو اعتمادها على الري المقنن الذي يزيد من تكلفة الإنتاج. يعتمد الإنتاج أيضا على مدي الخبرة المحلية الموروثة والمكتسبة في إنتاج محصول معين ثم مدى التطور الزراعي للمنطقة وامتلاكها لمراكز بحوث زراعية لها دور فعال في تطوير الإنتاج واستنباط سلالات جديدة من المحاصيل الغزيرة الإنتاج. ثم يأتي بعد ذلك قيمة البخر نتح في المنطقة واختلاف النباتات في استهلاكها للمياه من منطقة إلى أخرى. فعلي سبيل المثال لا يستنزف لتر الإيثانول المنتج من قصب السكر في البرازيل أكثر من 2200 متر مكعب من المياه العذبة في حين يستهلك في كل من الهند وتايلاند ما يقرب من 3500 لتر، إضافة إلى أن معدل سقوط الأمطار في البرازيل كمنطقة استوائية أعلى بكثير من مثيلاتها في منطقة جنوب شرق آسيا. وعلى ذلك تصنف البرازيل على أنها الأرخص والأكفاء في إنتاج قصب السكر وبالتالي السكر في العالم.

وتظهر الأشكال البيانية التالية مقارنة بأسعار السكر في بعض دول دول العالم.

جدول رقم (8)

أهم الدول المنتجة لقصب السكر في العالم

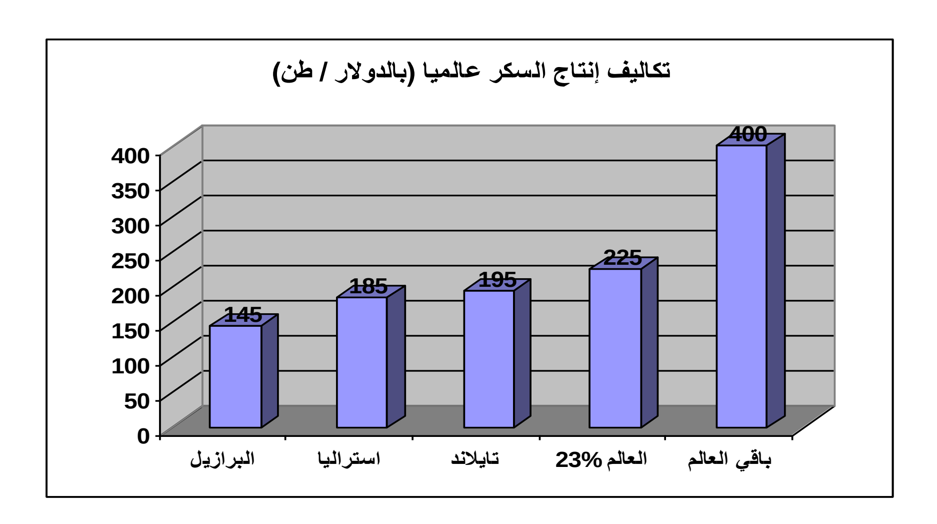
الدولة	حجم الإنتاج طن متري/هكتار	نسبة مئوية من الإنتاج العالمي	معدل الإنتاج طن متري/ هكتار	المساحة المزروعة (مليون هكتار)
البرازيل	514	33	76.6	6.7
الهند	356	22.8	72.6	4.9
الصين	106	6.8	86.2	1.2
تايلاند	64	4.1	74.5	1.0
باكستان	55	3.5	53.2	1.0

المصدر: إحصائيات منظمة الأغذية والزراعة لعام 2010

الهكتار = 10000 متر مربع.

شكل رقم (29)

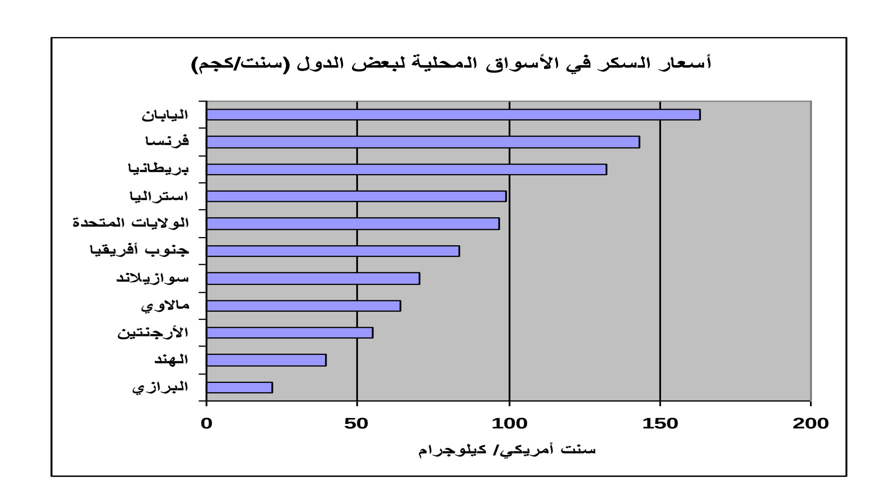
اختلاف تكاليف إنتاج السكر باختلاف المنطقة (منتصف 2010)



المصدر: تعريب للمؤلف عن بيانات Mecedo Isalas de Carvaho, Jul. 2010

شكل رقم (30)

أسعار السكر في بعض الأسواق المحلية (2011)

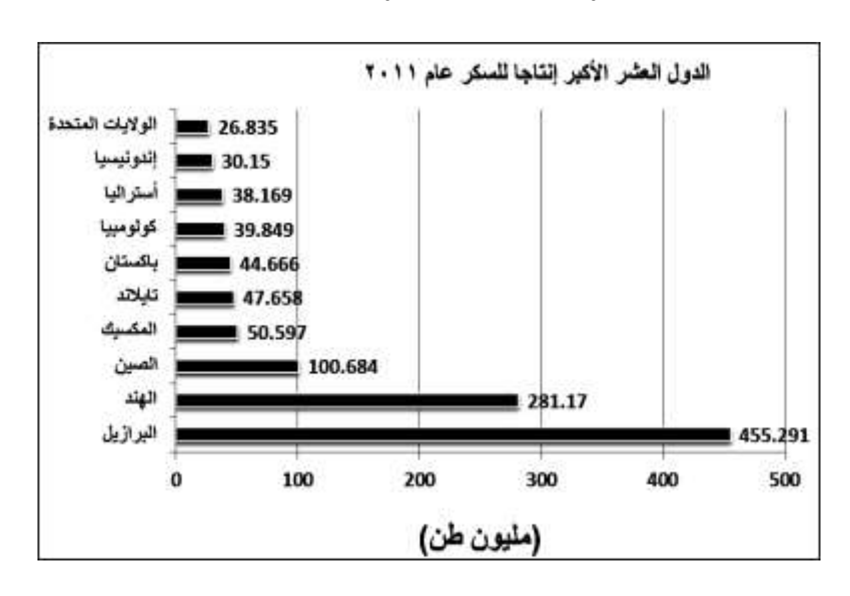


المصدر مع التصرف بتحويل الوزن إلى كجم: Brazil's Ethanol Experience and its Transferability

ويرتبط اختلاف تكاليف السكر باختلاف المنطقة بالسعر العالمي للتصدير لكل دولة وبالتالي سيطرتها على أسواق تصدير السكر. لذلك تسيطر البرازيل وتايلاند واستراليا وباكستان وجواتيمالا على تصدير السكر المنتج من محصول قصب السكر، في حين تسيطر دول السوق الأوروبية والصين والولايات المتحدة وجنوب أفريقا على تصدير السكر المنتج من محصول بنجر السكر، بينما تراجعت الهند كدولة مصدرة للسكر بعد دخولها في معترك إنتاج الإيثانول الحيوي من سكر القصب وإستهلاكه جزءا كبيرا منه في هذا الغرض وبالتالي تراجعها إلى المركز الخامس تصديرا. وتبين الأشكال التالية أهم الدول المنتجة والمصدرة والمستوردة للسكر في العالم.

شكل رقم (31)

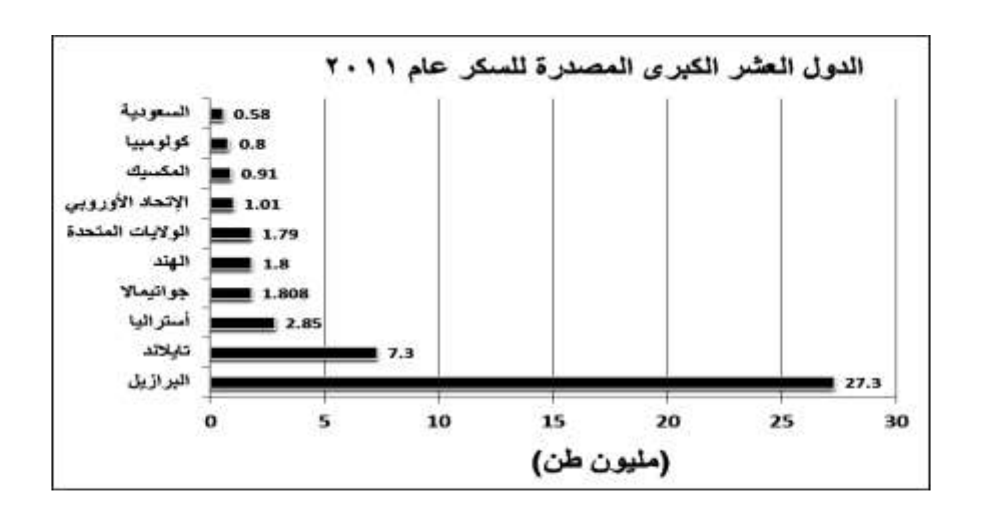
الدول الكبرى المنتجة للسكر عالميا



المصدر: تعريب للمؤلف عن بياناتFAO STAT, 2012

شكل رقم (32)

الدول الكبرى المصدرة للسكر

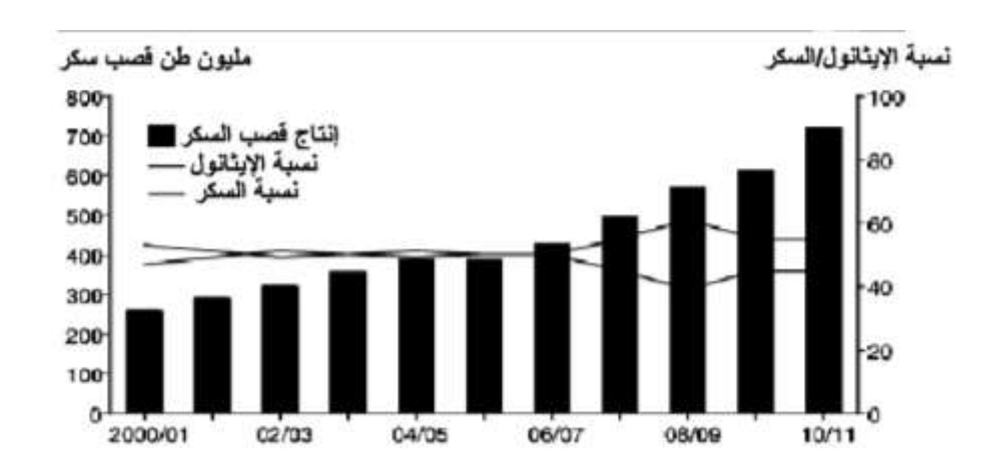


المصدر: USDA, 2012

وعلى الرغم من أن بداية إنتاج الإيثـانول كانـت في سـبعينات القـرن الماضـي إلا أن النشـاط القوي وتطور الإنتاج في البرازيل قد شهد طفرة كبيـرة خـلال السـنوات العشـر التـي تـولي فيهـا الرئيس لولا دي سيلفا لمقاليد الحكم في البرازيل لأنه آمـن بقـدرة القطـاع الزراعـي عـلى قيـادة التنمية فأصبحت البرازيل الدولة القائدة في إنتاج الإيثانول الحيـوي في العـالم والتـي أقتـدت بهـا الولايات المتحدة الأمريكية في إنتاج الإيثانول كبديل للجازولين وللعمل لعصر ما بعد البتـرول خاصة بعد إعصار كاترين عام 2005. ويشهد إنتاج الإيثانول الحيوي في البرازيل تطورا وتناميـا عاما بعد عام حيث وصلت كمية محصول قصب السكر المستخدمة في إنتاج الإيثانول أكثر مـن 55٪ من المحصول المُنتج وقد تتزايد هذه الكمية في القريـب العاجـل لمواجـه زيـادة الطلـب المتنامي من الإيثانول في البرازيل للإحلال محل البنزين. ويوضح الرسم البياني التـالي أن إنتـاج الإيثانول المستهدف في البرازيل من محصول قصب السكر سوف يرتفع من نحو 300 ألف طن في عام 2010/ 2011 إلى نحو 800 ألف طنا خلال السنوات العشر المقبلـة بقيمـة 800 ألـف طنا سنويا وبما سيتطلب إضافة مساحات كبيرة من الأراضي إلى الرقعة الزراعية المنتجة لقصـب السكر في البرازيل وزيادة كميات المياه العذبة المستهلكة كما سـيأتي لاحقـا عنـد مناقشـة تـأثير إنتاج الإيثانول الحيوي من الجيل الأول من الحاصلات الغذائية عـلى التـرب الزراعيـة والميـاه العذبة.

شكل رقم (33)

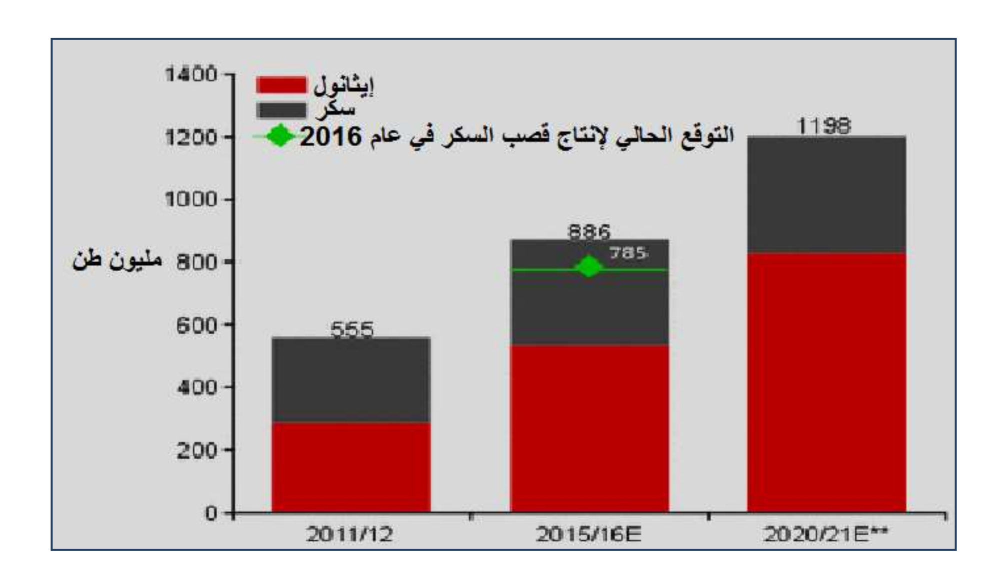
إنتاج الإيثانول الحيوي أصبح يستحوذ
على أكثر من 55٪ من إنتاج قصب السكر في البرازيل



المصـدر: USDA, Economic Research Service data from Brazil's Data Ministry of Agriculture, Livestock and food Supply, 2012.

شكل رقم (34)

النمو المتوقع في إنتاج السكر والإيثانول الحيوي في البرازيل حتى عام 2021.



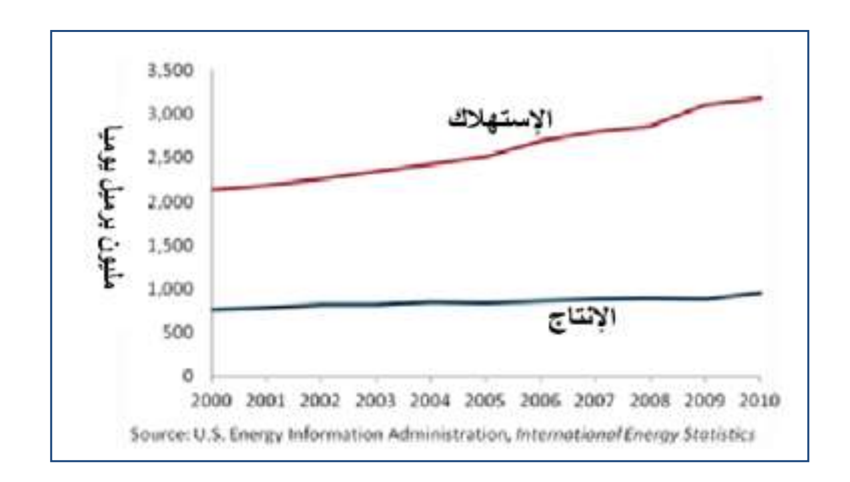
المصدر: نفس المصدر السابق

إنتاج الإيثانول من قصب السكر في الهند

تعاني الهند من فجوة كبيرة في البترول حيث تصل احتياجاتها منه إلى خمسة أضعاف إنتاجها كما في الشكل حتى أن احتياجاتها من البترول تتضاعف ثلاث مرات على الأقل كل عشر سنوات. فعلى حين لم تزد واردات الهند من البترول عام 1990 عن 5.5 مليار دولار تضاعفت في عام 2000 إلى 16 مليار ثم إلى 78 مليار عام 2010 ومن المتوقع طبقا لمستقبل أمن الطاقة في الهند أن تصل وارداتها من البترول عام 2020 إلى 330 مليار دولار.

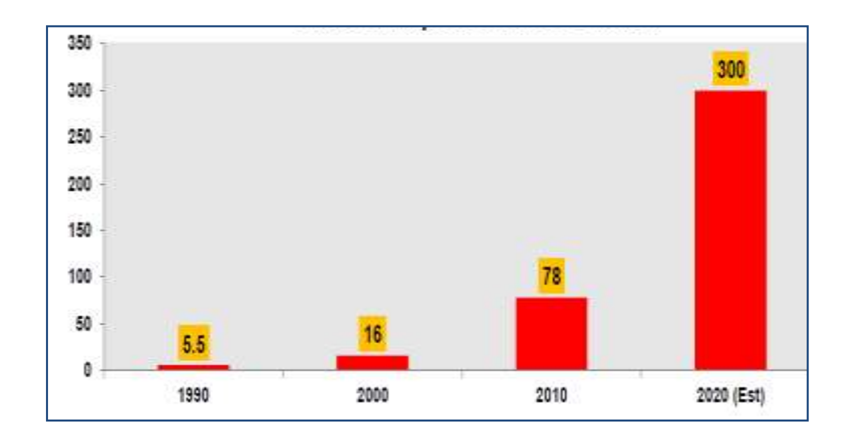
شكل رقم (35)

الفجوة بين إنتاج البترول في الهند واحتياجاتها منه

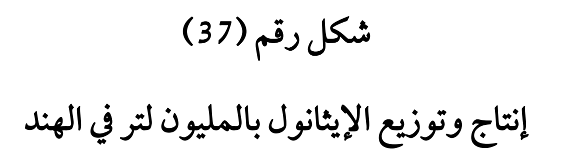


شكل رقم (36)

تنامي تكاليف واردات البترول في الهند بالمليار دولار.

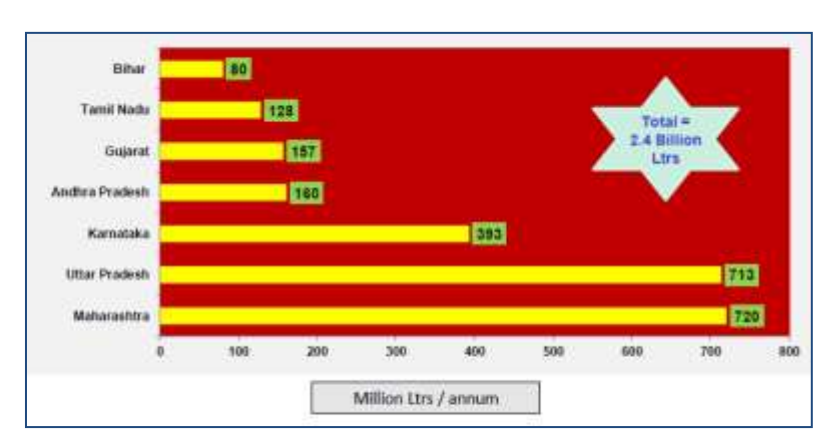


بدأت الهند في إنتاج الإيثانول الحيوي منذ عام 2000 استغلال لوفرة إنتاج السكر وانخفاض أسعاره ومسايرة للاتجاهات العالمية خاصة في البرازيل والولايات المتحدة وإن كان الأمر لاقي اعتراضا كبيرا من العلماء والعامة هناك لتأثيره على ارتفاع أسعار السكر على المواطنين بالإضافة إلى شراهة قصب السكر في استهلاك المياه. يمكن القول أن الهند دخلت المعترك بجدية منذ عام 2005 اعتمادا على وفرة إنتاجها من محصول قصب السكر. إنتاج الإيثانول في الهند يختلف تماما عن فلسفة إنتاجه في البرازيل ففي حين وصلت نسبة السكر المستخدم في إنتاج الإيثانول في البرازيل إلى 55٪ من إجمالي إنتاجها فإن هذه النسبة لم تتجاوز 23٪ فقط في الهند وتعتمد على المولاس أكثر من اعتمادها على السكر نفسه كمنتج غذائي بالإضافة إلى أن استخدامات الهند للإيثانول في تصنيع الخمور والصناعة يستنزف الجزء الأكبر من إنتاج الإيثانول فيها وبالتالي لا يتبقى إلا القليل ليعتمد عليه لوقود بالخلط مع الجازولين وبنسب لم تتجاوز 5٪ حتى الآن. ويمثل إنتاج الإيثانول في الهند نحو 2.9٪ من الإنتاج العالمي بينما تقل نسبة إيثانول الوقود في الهند عن 1٪ فقط بما يوضح حجم ما يستهلك منه في القطاعين الصناعي والطبي والخمور والعطور. وبشكل عام يصل إنتاج الإيثانول في الهند عام 2010 إلى 2.4 مليار لتر ويتركز إنتاجه في الولايات السبع الرئيسية في الهند كما يوضح الرسم البياني التالي.



شكل رقم (37)

إنتاج وتوزيع الإيثانول بالمليون لتر في الهند



إنتاج الإيثانول من الذرة في الولايات المتحدة والصين

تتربع الولايات المتحدة الأمريكية على قمة الدول المنتجة للذرة في العالم بنسبة من الإنتاج العالمي قاربت على 42٪، وتليها بمسافة كبيرة الصين في المرتبة الثانية وبنسبة تقل عن نصف إنتاج الولايات المتحدة وبما لا يزيد عن 19.2٪ من إجمالي الإنتاج العالمي. ونظرا لوفرة الإنتاج من الذرة في الولايات المتحدة والصين مع قلة إنتاجهما نسبيا من الحاصلات السكرية سواء القصب أو البنجر فقد كان من الطبيعي أن يتم إنتاج الإيثانول من الذرة في كل منهما خاصة في الولايات المتحدة التي تسيطر على أقل قليلا من نصف الإنتاج العالمي. ويوضح الجدول التالي الدول الخمس الأكبر إنتاجا للذرة في العالم.

جدول رقم (9)

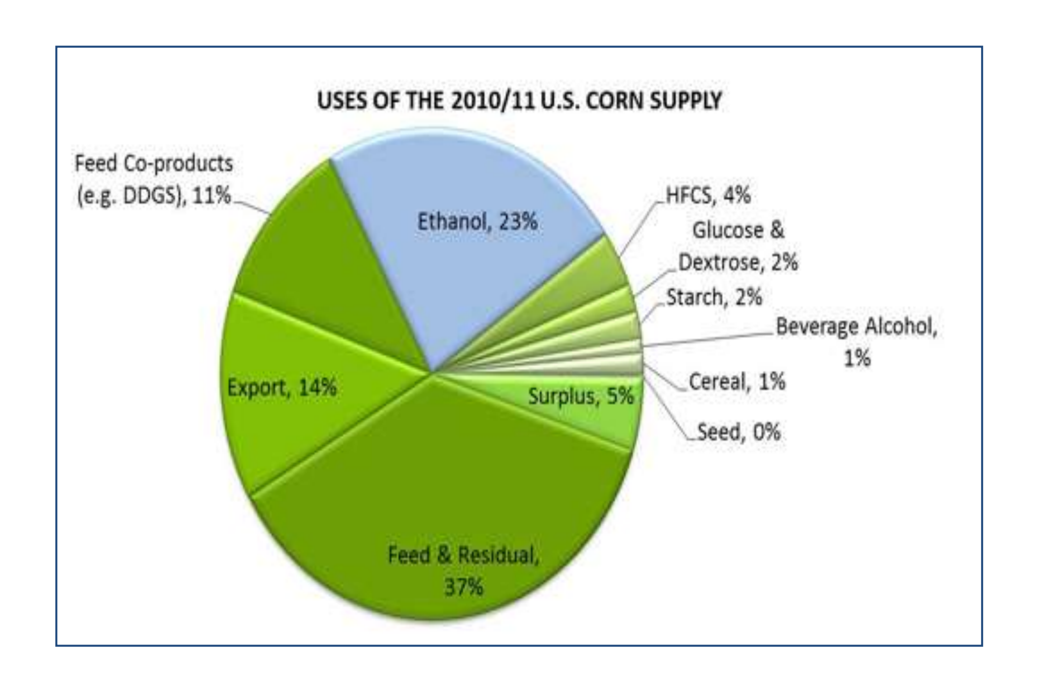
أهم الدول المنتجة للذرة في العالم (2011)

الدولة	الإنتاج العالمي (مليون طن)	النسبة المئوية من الإنتاج العالمي ٪	معدل المحصول (طن/هكتار)	المساحة المزروعة (مليون هكتار)
الولايات المتحدة	331.2	41.8	9.46	35.01
الصين	152.3	19.2	5.17	29.48
البرازيل	58.6	7.4	3.99	14.7
المكسيك	22.7	2.9	3.08	7.35
الأرجنتين	20.9	2.6	6.4	3.26

المصدر: FAO Statistic, Maize 2012.

شكل رقم (38)

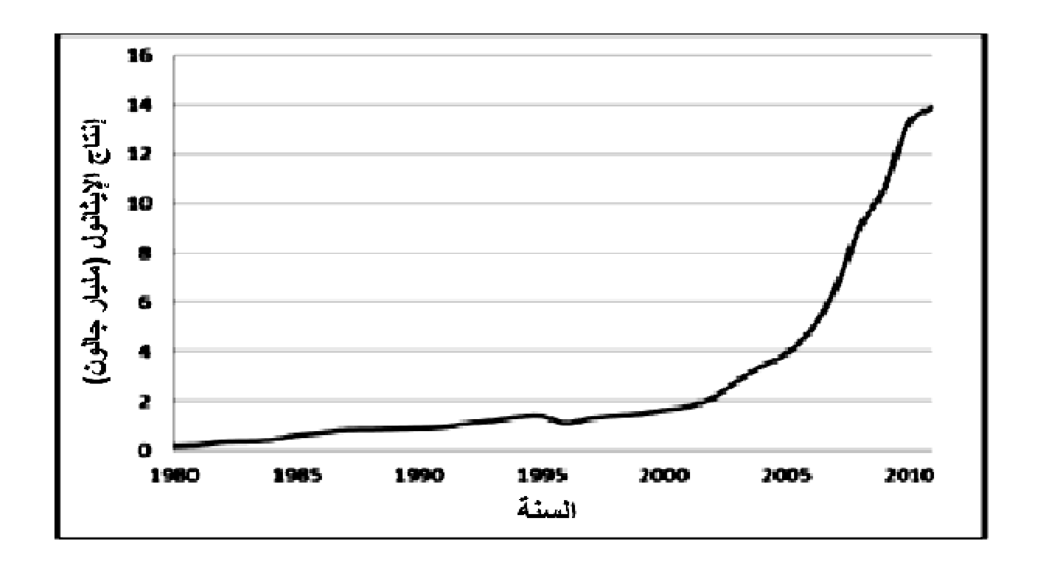
الاستخدامات المختلفة للذرة في الولايات المتحدة عام 20100



وتاريخيا بدء إنتاج الإيثانول في الولايات المتحدة من الذرة بعد البرازيل مباشرة في عام 1980 إلا أن الطفرة الكبرى في الإنتاج بدأت منذ عام 2005 وبمعدلات متضاعفة وسريعة للعمل لصالح عصر ما بعد البترول حيث تضاعف الإنتاج نحو أربعة مرات خلال ست سنوات فقط ومن المتوقع أن يتضاعف لثمان مرات حتى عام 2020 ثم 2030.

شكل رقم (39)

التطور التاريخي لإنتاج الإيثانول في الولايات المتحدة
خلال الفترة من 1980 – 2011 (مليار جالون)



المصدر: USDA, 2012.

مثال لذلك أن نسبة الذرة المستخدمة في إنتاج الإيثانول في الولايات المتحدة في عـام 2005 لم تتجاوز 14٪ فقط من إجمالي المحصول وتوالي ارتفاعها كما يظهـر في الجـدول اللاحـق حتـى وصلت إلى 40٪ في عام 2011.

شهدت الأسواق والبورصات العالمية ظاهرة جديدة لم تحدث في تاريخ بورصات الحبوب من قبل وذلك بدء من الربع الثاني من عام 2011 وهو تجاوز أسعار الذرة لأسعار القمح وثبات واستقرار هذا الارتفاع طوال باقي شهور السنة!. يعود السبب الرئيسي لهذه الظاهرة إلى التوسع الكبير في استخدام الذرة في إنتاج الإيثانول الحيوي في أكبر دولتين منتجتين لها وهما الولايات المتحدة الأمريكية والصين في حين يتم إنتاج الإيثانول الحيوي في باقي دول العالم من السكر سواء المستخرج من البنجر أو من القصب. وقد أعطت منظمة الأغذية والزراعة في تقرير نهاية عام 2011 قيم التوسع المضطرد في استخدام الذرة في تصنيع الإيثانول حتى وصل إلى 40٪ من حجم الإنتاج العالمي للذرة في عام 2011 بالمقارنة بنسبة 11٪ فقط من الإنتاج العالمي في عام 2004 بما يوضح تضاعف إنتاج الإيثانول لأربعة أضعاف خلال السنوات السابع الماضية ومن المستهدف مضاعفة هذا الإنتاج لأربعة أضعاف أخرى حتى عام 2018. هذا الأمر يتطلب ضرورة توسع الدول العربية في في زراعة الذرة صيفا خاصة وان مناخ المنطقة العربية مناسب تماما لزراعته وإنتاجه بكميات كبيرة بالإضافة إلى ما يمثله من أهمية بالغة في تصنيع الأعلاف النباتية اللازمة لأعلاف الحيوانات اللاحمة والدواجن لأن الذرة يمثل نحو 70٪ من مكونات هذه الأعلاف المصنعة. ويوضح الجدول التالي الزيادة المضطردة في استخدام الذرة في تصنيع الوقود الحيوي.

جدول رقم (10)

تنامي استخدام الذرة في إنتاج الإيثانول في العالم

الذرة	الإنتاج بالألف طن							
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
الإنتاج	299986	228263	267503	331177	307142	332550	316166	315811
الإيثانول	33611	40726	53837	77453	93396	116616	127513	127005
النسبة٪	٪11	٪14	٪20	٪23	٪30	٪35	٪40	٪40

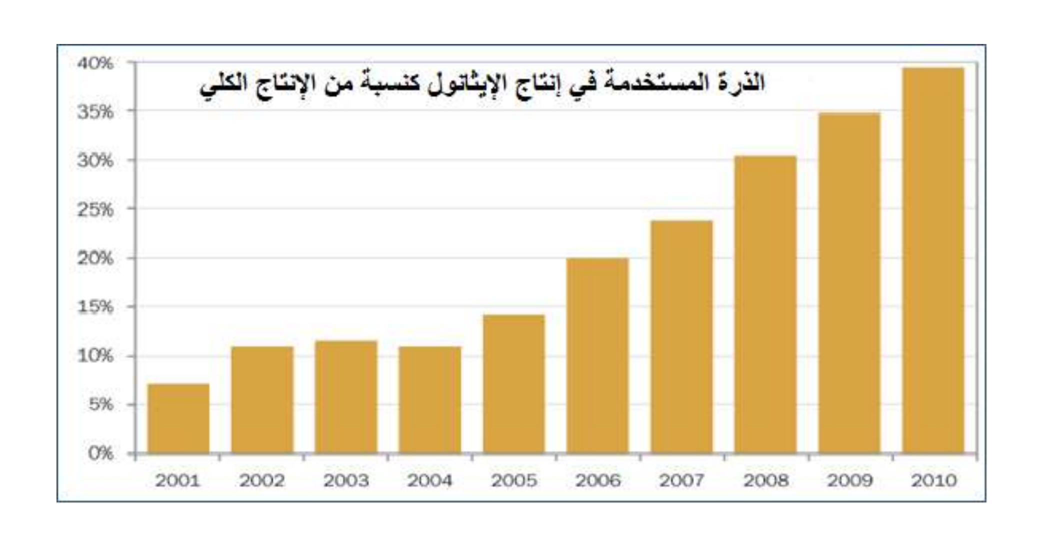
المصدر WASDE-USDA. *October 2011 USDA's initial assessment of US and world crop supply and demand prospects.

ويوضح الجدول السابق أنه تم إحراق أكثر من 127 مليون طن من الإنتاج العالمي للذرة عام 2011 لإنتاج الوقود وهو رقم مساوى للكمية المستخدمة منها في الغذاء بما يوضح المنافسة الشرسة بين مستقبل أمن الغذاء ومستقبل أمن الطاقة ويبدوا أن الغلبة سوف تكون لمستقبل أمن الطاقة على حساب غذاء الدول الفقيرة!!! فويل لمن يضع مصيره وحياته وطعامه في يد الغير. هذه الكميات زيدت مرة أخرى حتى وصلت 140 مليون طن عام 2012، ولهذا الأمر لم يكن غريبا أن يكون من ضمن أهم إصدارات ومؤتمرات منظمة الأغذية والزراعة لعامي 2010 و 2011 هما إصدار كيف نطعم العالم عام 2050 ثم أمن الطاقة عام 2050 – How to feed world in 2050; and energy security in 2050.

ويظهر الشكل التالي تطور إنتاج الإيثانول من الذرة في الولايات المتحدة الأمريكية.

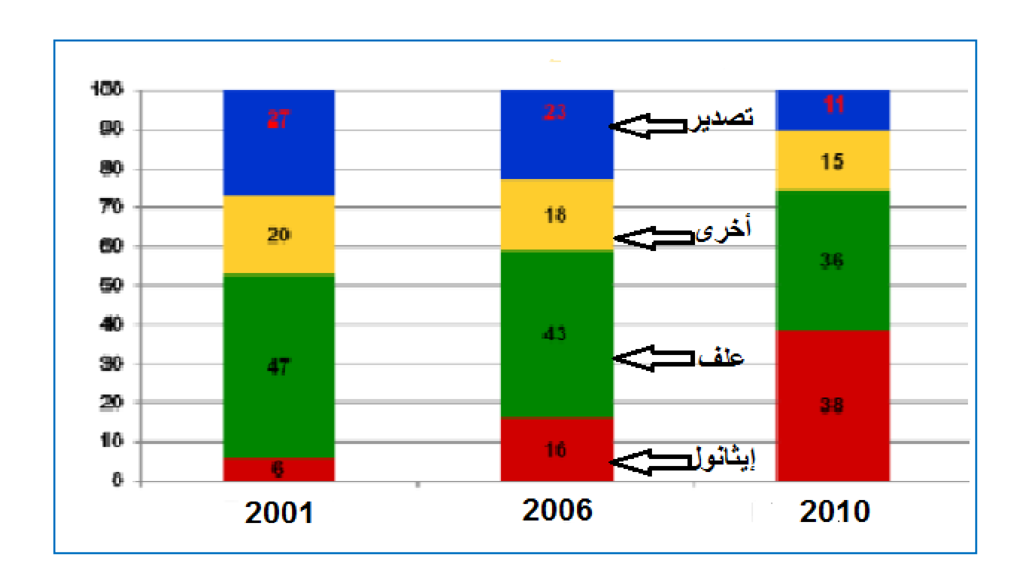
شكل رقم (40)

تنامي إنتاج الإيثانول في الولايات المتحدة الأمريكية
خلال السنوات العشر الأخيرة.



شكل رقم (41)

زيادة كمية الذرة المستخدمة في إنتاج الإيثانول الأمريكي
على حساب الأعلاف والتصدير والصناعة



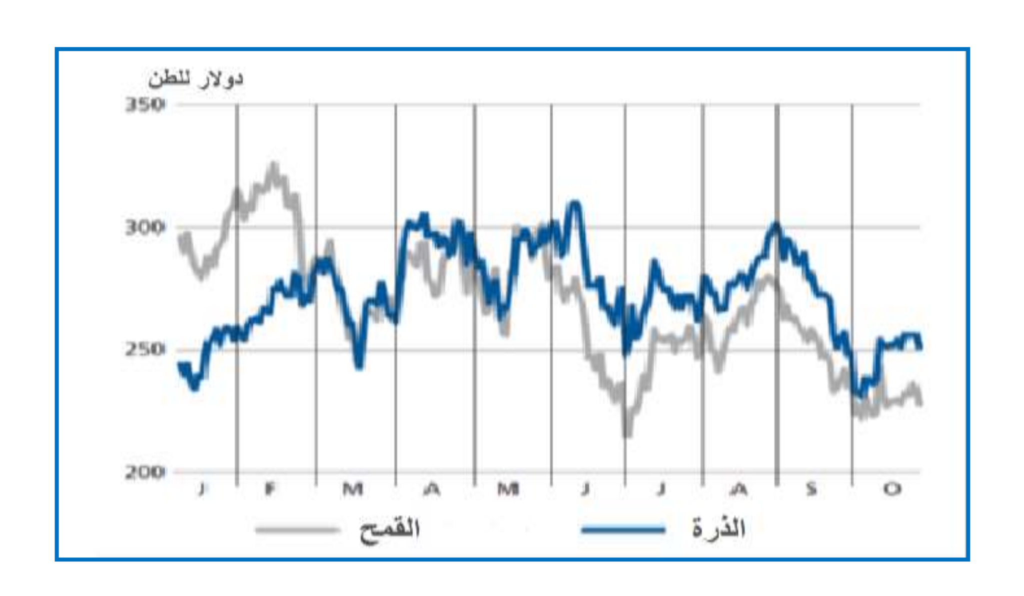
المصدر: REN 21; 2012; Renewable 2012, Global Status Report; Paris.

ويلاحظ أن تنامي استخدام الذرة في تصنيع الإيثانول كان على حساب ما يخصص منه للتصدير والذي انخفض من 27٪ في عام 2001 إلى 11٪ فقط عام 2010. وفي المقابل أيضا فقد انخفضت الكمية من حبوب الذرة المستخدمة في القطاع الصناعي خلال نفس الفترة السابقة من 20 إلى 15٪، بينما كان الانخفاض الأكبر في كميات الذرة المستخدمة في تصنيع الأعلاف والتي تسببت في زيادة أسعار الأعلاف خلال السنوات الخمس الماضية بالإضافة إلى ارتفاع أسعار اللحوم نتيجة لارتفاع أسعار الذرة في البورصات العالمية.

وتشير الأرقام إلى انخفاض المستخدم من الذرة في الأعـلاف مـن 47٪ مـن المحصـول إلى 36٪ فقط. الشئ الخطير في انعكاسات إنتاج الوقود الحيوي من حبوب الذرة هو مـا أشـار إليـه البنك الدولي في إصداره عام 2010 بعنوان : «تحسين الأمن الغذائي في البلـدان العربيـة» نتيجـة لتربع المنطقة العربية على قائمة الدول الأكثر استيرادا للحبوب في العالم هو تنامي زراعات الـذرة مقابل تقلص زراعات القمح بسبب الزراعات المطرية في المناطق البـاردة والتـي يتـداخل فيهـا مواقيت زراعات المحصولين وبالتالي فعلى الدول العربية إعادة هيكلة سياستها الزراعيـة لإنتـاج المزيد من كلا من القمح والذرة حيث ستواجه خلال السنوات القليلة القادمة بكلا السيئين وهما ندرة الفائض للتبادل التجاري العالمي من كلا المحصولين وارتفاع أسعارها بشكل يؤثر بشكل كبير على اقتصاديات الدول العربية. وتوضح الأشكال التالية بعض الثوابت التي تمت مناقشتها.

شكل رقم (42)

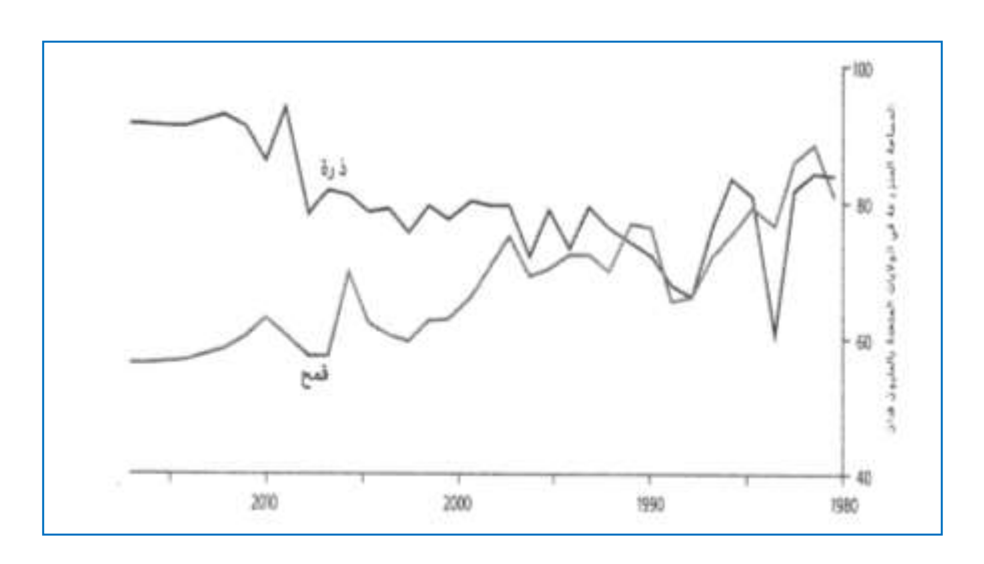
تفوق أسعار الذرة على القمح خلال عام 2011



المصدر: FAO Stat., November 2011. **المحور الأفقي يعبر عن شهور السنة.**

شكل رقم (43)

زيادة المساحات المزروعة بالذرة في العالم
وتقلص مساحات القمح بسبب الوقود الحيوي



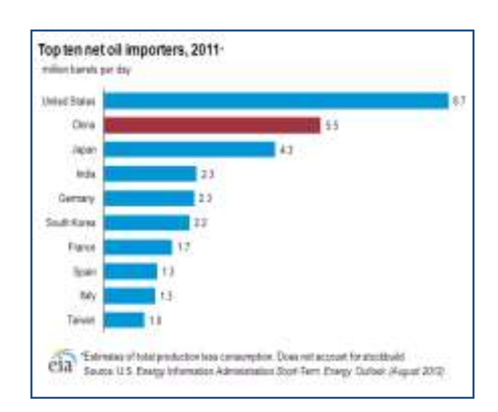
المصدر: البنك الدولي 2010 : تحسين الأمن الغذائي في البلدان العربية

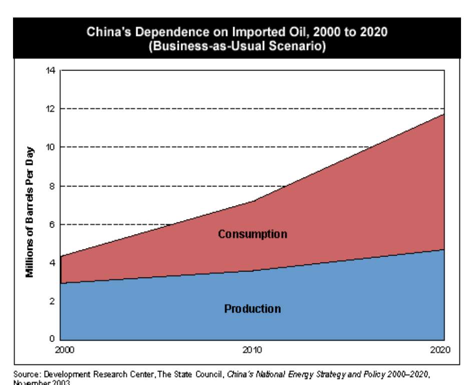
إنتاج الإيثانول في الصين

يبدوا أن الصين بتعدادها البالغ 1400 مليون نسمة مهمومة بالأمن الغذائي وإطعام هذا العدد الهائل من السكان الذي يمثل 20٪ أي خُمس سكان العالم وتمثل ومعها الهند نحو 37٪ من تعداد سكان العالم في 2012 والذي وصل إلى 7 مليار نسمة. المشكلة الأكبر في الصين حاليا هي مستقبل أمن الطاقة حيث تعد حاليا ثاني أكبر مستورد للبترول في العالم بعد الولايات المتحدة الأمريكية بمعدل وصل إلي 5.7 برميل يوميا مقابل إنتاج نحو 4 برميل يوميا بفجوة تصل إلى 70٪ على الرغم من كونها لا تعتمد على البترول كمصدر رئيسي للطاقة ولكن لها خصوصية في اعتمادها على الفحم بنسبة 70٪ مقابل 19٪ فقط للبترول . هذه الكمية من واردات البترول مرشحة للصعود عام 2020 لتتجاوز 80٪ من الاحتياجات في عصر يتوقع فيه أن يقل إنتاج البترول في العالم ويرتفع سعره. وتوضح الأشكال التالية استيراد الصين للبترول واحتياجاتها المستقبلية منه حتى عام 2020.

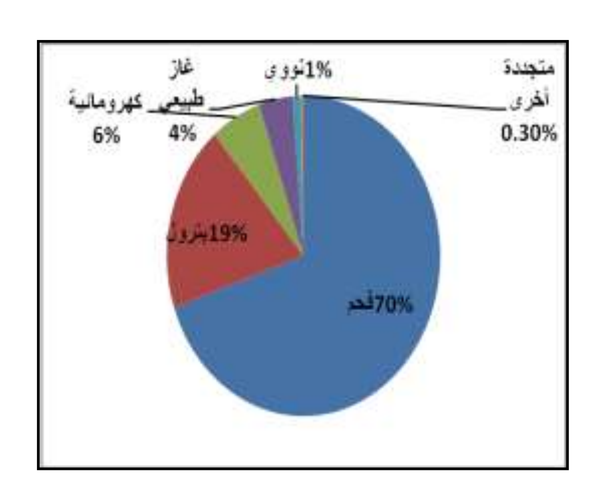
شكل رقم (44)

مصادر الطاقة وواردات الصين من البترول ومستقبل احتياجاتها منه





Source: Development Research Center, The State Council, *China's National Energy Strategy and Policy 2000–2020*, November 2003



الضغط السكاني على الغذاء هو ما دفع الصين إلى الدخول بحرص إلى معترك إنتاج الإيثانول الحيوي من الجيل الأول الذي يعتمد على السلع الغذائية ولكنها تجد نفسها مضطرة إلى ذلك تحسبا لعصر ما بعد النفط ومستقبل أمن الوقود السائل بها. بدأت الصين منذ عام 2003 في إنتاج الإيثانول بمختلف أنواعه سواء كوقود أو للمتطلبات الأخرى والتي تستنزف الجزء الأكبر من إنتاجها، حيث تمثل الصين حاليا الدولة الثالثة في إنتاج الإيثانول عالميا بنسبة نحو 7٪ من الإنتاج العالمي للإيثانول الكلي منها نحو 2٪ فقط كوقود. يتنوع إنتاج الصين من الإيثانول مستخدمة عددا أكبر من الحاصلات الزراعية مثل الذرة والقمح والكسافا والأرز الذي يظهر لأول مرة في إنتاج الإيثانول خاصة في دول جنوب آسيا التي تعتمد عليه في الغذاء بنسب تتراوح بين 60 – 80٪ من غذائها اليومي. ويوضح الجدول التالي تطور إنتاج إيثانول الجيل الأول من الوقود الحيوي في الصين.

جدول رقم (11)

تطور إنتاج الإيثانول في الصين

السنة	الإنتاج (مليون لتر)	معدل الزيادة ٪
2002	لا يوجد تدوين	------
2003	25.3	-----
2004	380.1	٪1400
2005	1165.6	٪206
2006	1647.1	٪41
2007	1736	٪5
2008	2002	٪13
2009	2179	٪8
2010	2128	٪2-

المصدر: China industry, 2011

- لاحظ انخفاض معدلات الزيادة السنوية بسبب الاحتياج للغذاء

إنتاج الإيثانول من القمح في إنجلترا

لجأت بعض دول الإتحاد الأوروبي التي تحقق وفرة قليلة من القمح لا تستطيع المنافسة في البورصات العالمية أمام الدول السبع الكبرى المصدرة للقمح وهي الولايات المتحدة وكندا وروسيا وأوكرانيا وأستراليا والأرجنتين وفرنسا، بالإضافة إلى ارتفاع نسبة الرطوبة في قمح أوروبا بسبب البرودة والأمطار التي تتجاوز عشرة أشهر في السنة بما يؤدي إلى خفض «تصافي» القمح من الدقيق بالإضافة إلى سرعة إصابته بالفطريات وفساده «التعطن وسموم الأفلاتوكسين» حيث عادة لا تقل نسبة الرطوبة في قمح فرنسا وانجلترا والسويد وأسبانيا عن 14٪ مقارنة بمثيلاتها في أستراليا بنسبة 10٪ ومتوسط القمح الأمريكي 12٪. هذا الأمر دفع بإنجلترا (ومعها أيضا السويد وأسبانيا) إلى تحويل فائضها من القمح والذي لا يتجاوز 4 مليون طن سنويا وقليلا ما يصل إلى 5 مليون طن وبنسبة رطوبة 14٪ على الأقل تحتاج إلى مجففات في الموانى الإنجليزية لتجفيف القمح قبل شحنة وجدت بريطانيا أنها غير اقتصادية لهذه الكمية القليلة من القمح المعد للتصدير.

هذا الأمر دفع بإنجلترا منذ عام 2006 إلى التخطيط لإنشاء ثماني مصانع لتصنيع الإيثانول الحيوي من القمح بدء الإنتاج في مصنعين منها بالفعل والباقي على وشك بدء الإنتاج وذلك لتحويل نحو 5 مليون طنا من القمح سنويا إلى أيثانول سواء كوقود أو إلى مختلف أوجه الصناعة. ويظهر الجدول التالي المصانع المقامة لتحويل القمح إلى إيثانول وتوزيعها على مقاطعات إنجلترا.

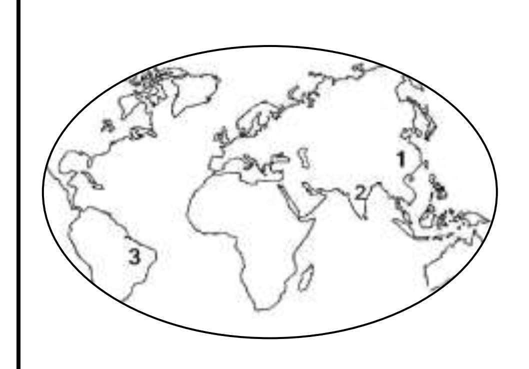
جدول رقم (12)

مصانع إنتاج الإيثانول في إنجلترا من القمح وسعاتها

الشركة	موقع المصنع	احتياجات القمح (طن/سنة)	سعة إنتاج الإيثانول (مليون لتر/سنة)	حالة الإنتاج
Ensus	Wilmot, Teesside	1.100.000	410	بدء الإنتاج
Vivergo fuel	Hull	1.150.000	420	بدء الإنتاج
Vireol	Teesside	500.0000	185	تحت الإنشاء
Vireol	Teesside	500.000	185	تحت الإنشاء
Bioethanol ltd	Grimsby' Humberside	325.000	120	تحت الإنشاء
Abengoa bioenergy	Humberside	1.300.000	500	تحت الإنشاء
Green sprit fuel	Humberside	350.000	130	تحت الإنشاء
Green sprit fuel	NorthHampton shire	650.000	250	تحت الإنشاء
Roquette	NorthHampton shire	300.000	125	تحت الإنشاء

المصدر: UK Agriculture, 2011





الوقود الحيوي وأجياله الجديدة

الباب الثالث

الجيل الثاني من الإيثانول الحيوي

نتيجة لوجود وفرة كبيرة من مادة السليولوز في جميع المخلفات خاصة النباتية منها مثل الأخشاب، والشجيرات والأعشاب الطويلة والقصيرة والغابات ونباتات المستنقعات والأخوار ومخلفات المحاصيل والحاصلات الزراعية، فإن ذلك جعلها هدفا جديدا لإنتاج الجيل الثاني من الوقود الحيوي.يرجع ذلك إلى أن استخدام المواد السكرية والنشوية وكذا الزيتية في إنتاج الجيل الأول من الوقود الحيوي يعني أننا نستخدم جزءًا فقط من المادة الحية ونهمل باقي أجزاء النبات بما فيها من طاقة مختزنة، ولذلك يعمل الجيل الثاني لإنتاج الوقود الحيوي على استخدام جميع أجزاء النبات المحتوية على مادة السليولوز بمشتقاتها من الهيمي سيليلوز واللجنين بما يزيد من إنتاجية الأرض الزراعية من الوقود الحيوي ويقلل من تنافس الوقود مع الغذاء والمياه العذبة حيث يترك المحصول الغذائي للإنسان والحيوان ويتم الاستفادة من المخلفات الزراعية في إنتاج الوقود الحيوي.

ومن وجهة النظر المستدامة فإن استخدام مادة السيليولوز المكون الرئيسي للمخلفات الزراعية في إنتاج الوقود الحيوي يمكن أن يحقق عدة مميزات:-

1. أن هذا النوع من الوقود يمكن أن يحل محل الوقود البترولي وغيره من وقود الزمن القديم المتكون تحت الأرض دون المنافسة مع الغذاء.

2. أن استخدام المخلفات الزراعية القائمة حاليا في إنتاج الوقود الحيوي قد تلغي الحاجة إلى المزيد من المساحات الزراعية ومياه الري أو على الأقل تحد منها للتوسع في زراعة محاصيل إنتاج الوقود الحيوي.

3. أن الأمر لن يحتاج إلى التوسع في إزالة المزيد من مساحات الغابات القائمة حاليا لإحلالها بمحاصيل الوقود الحيوي حيث سيتم الاستفادة من مخلفات هذه الغابات والفروع والأوراق المتساقطة وغيرها في إنتاج هذا الوقود بما سيبقى على مساحة الغابات القائمة واستمرار عملها كرئة تخلص كوكب الأرض من تراكمات غاز ثاني أكسيد الكربون الناتج من التوسع الصناعي وتنفس الكائنات الحية.

4. أنه يُمّكن من استغلال الشجيرات الخشبية والنباتات العشبية مثل أشجار الجاتروفا والبونجاميا في إنتاج الوقود الحيوي وهي نباتات سريعة النمو ولا تحتاج إلى مياه عذبة أو أراضي خصبة ولكن يمكنها النمو على مياه مخلفات الصرف الصحي والصناعي وتنمو في الأراضي القاحلة والساحلية المجاورة للمياه المالحة بما يزيد من الاستفادة من مساحات جديدة من الترب الزراعية المهملة ومن المياه الهامشية.

5. من أهم عيوب استخدام المخلفات الزراعية في إنتاج الوقود الحيوي أن هذه المخلفات تمثل سمادا عضويا مهما للترب الزراعية يلعب دورا رئيسيا في الحفاظ على خصوبة التربة ويزيد من إنتاجيتها، وأن حرمان التربة منها سوف يؤدي إلى التوسع في استخدام الأسمدة الكيميائية بما يزيد من تلوث التربة والمياه الجارية والهواء أثناء إنتاج الأسمدة ويفكك التربة نتيجة لحرمانها من المواد المجّمعة ومنتجات تحللها من المواد اللاحمة لحبيبات التربة لتكوين بناء أرضي ثابت يحسن من خواص الترب الزراعية ويعالج عيوب قوام التربة خاصة في الأراضي الرملية الصحراوية أو الأراضي الطينية الثقيلة، وجميع هذه المواد اللاحمة والمحسنة والمخصبة للتربة تنتج من تحلل المخلفات العضوية المضافةإلى الترب الزراعية لتكون في نهاية تحللها مادة الدبال الثابتة والمقاومة للتحلل.

6. أن تخمير وهضم المادة العضوية للمخلفات الزراعية بواسطة الميكروبات أو الكيماويات قد ينتج عنه كميات كبيرة من غاز ثاني أكسيد الكربون أكبر بكثير مما تمتصه هذه النباتات أثناء نموها بما يزيد من الانبعاثات الكربونية وبالتالي زيادة سخونة كوكب الأرض، وهذا ضد السياسات العالمية لتقليل ظاهرة الإنبعاثات الكربونية وتقليل ظاهرة غازات الصوبات الزراعية GHG.

وهناك العديد من المخلفات الزراعية من مختلف المصادر التي يمكن إستخدامها في إنتاج إيثانول السيليولوز سواء من مخلفات الغابات أو مخلفات الحاصلات الحقلية أو الأعشاب. والجدول التالي يوضح بعضا من هذه المواد.

جدول رقم (13)

المواد الخام من المخلفات الزراعية
التي تستخدم في إنتاج الجيل الثاني من الوقود الحيوي

مخلفات الغابات	مخلفات حقلية	محاصيل الطاقة
* مخلفات التحطيب * مخلفات تنظيف وخدمة الغابات * الفروع الزائدة * نشارة الخشب * بقايا أخشاب التدفئة	* عيدان النباتات وتفل قصب السكر * القش وأغلفة الحبوب * بقايا إنتاج الأعلاف الحيوانية	* المحصول السنوي للأخشاب * المحصول السنوي للأعشاب والشجيرات والحشائش

السليولوز ومعاملات إنتاج الوقود الحيوي

يتكون السليولوز الحيوي من ثلاث مكونات رئيسية وهي السليولوز والهيميسيليولوز (نصف السليولوز) واللجنين، وعادة ما يطلق عليهم جميعا«اللجنوسليولوز». ويتكون جزئ السليولوز من سلسلة وطويلة ومعقدة من وحدات سكر الجلوكوز، في حين يكون جزئ الهيميسيليولوز أقل تعقيدا من السليولوز وأقل إحتواء على عنصر الكربون بما يجعله أسهل في التحلل بالطرق الحرارية والكيميائية. اللجنين هي المادة المسئولة عن الصلابة والتماسك لأجزاء النباتات والأشجار. وجميع أنواع النباتات تحتوي على توافقات مختلفة من السليولوز والهيميسيليولوز واللجنين تتراوح بين 40 – 55٪ من السليولوز بخلاف ألياف القطن والتي تمثل الصورة النقية للسيليولوز بنسب قد تصل إلى 95٪، 20 – 40٪ من الهيميسيليولوز، و 10 – 25٪ من اللجنين كما توضح الجداول التالية.

جدول رقم (14)

نسب السليلوز ومشتقاته في بعض النباتات والأشجار والمعروفة

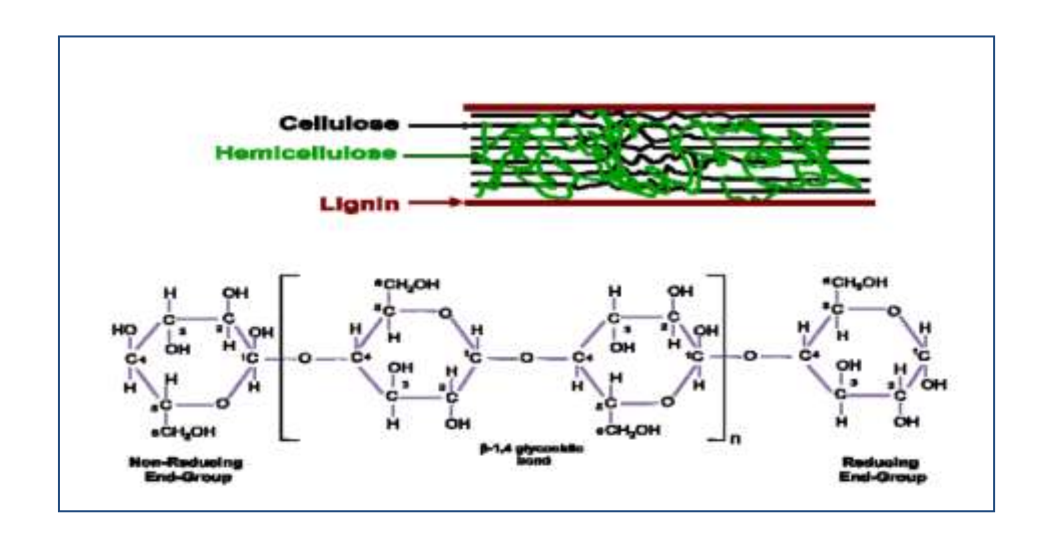
النبات	السليلوز ٪	الهيميسيليولوز ٪	اللجنين ٪
أشجار خشبية	55 — 40	40 — 24	25 — 18
شجيرات	50 — 45	35 — 25	35 — 25
حشيشة سويتش	45	31.4	20 — 12
حشيشة برمودا	25	35.7	18 — 9
عيدان وحطب الذرة	40 — 35	35 — 17	18 — 7
عيدان وتبن القمح	30	50	15
عيدان وقش الأرز	47 — 36	25 — 19	24 — 10
القطن حطب وبذور	95 –80	20 — 5	صفر
أوراق الصحف	55 — 40	40 — 25	31 — 18
الورق الأبيض	99 – 85	-----	صفر — 15

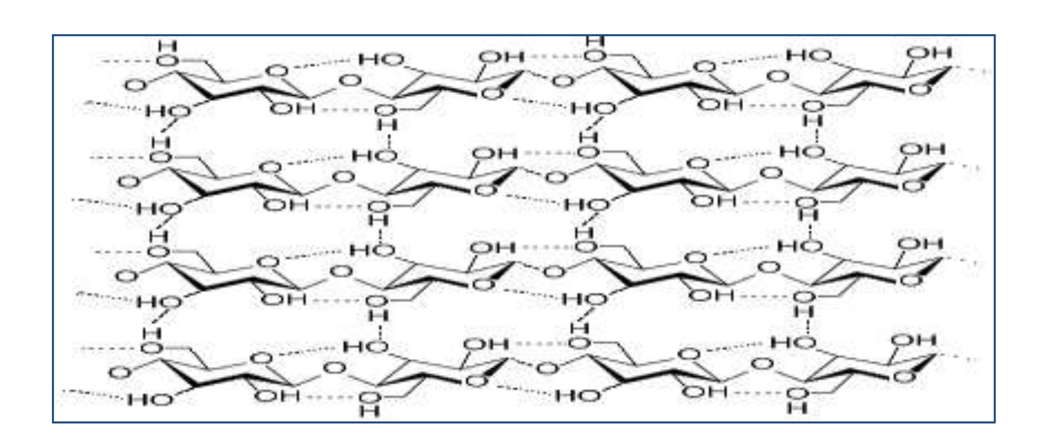
المصدر: Sorensen et.al. 2008

وتوضح الأشكال التالية التركيب الكيميائي للسليلوز ومشتقاته.

شكل رقم (45)

التركيب الكيميائي والبنائي للسيليولوز وجزيئة المعقد





وعادة ما يشكل السيليولوز نسبة 40 – 50٪ في الخشب ونسبة 20 – 30٪ في اللحاء، ونحو 25 – 30٪ في الطحالب و 20 – 30٪ في البكتريا ونسبة 40 – 50٪ في الخيزران ثم نسب 80 – 90٪ في نباتات القنب الهندي ونسبة 90 – 95٪ في أليـاف زهـرة القطـن التـي تسـتخدم في صناعة المنسوجات والألياف والملابس القطنية.

ويتكون السيليولوز كمركب عضوي من العناصر الثلاثة الرئيسية للمادة العضوية وهي الكربون والهيدروجين والأكسجين بالتركيب الكيميائي C6H10O5)n)، «والحرف n تعني عديد»، بينما يشير الرمز الكيميائي بين الأقواس إلى تركيب جزيء الجلوكوز.

والسيليولوز مسحوق أبيض بعد استخلاصه وتجفيفه من النباتات وتبلغ كثافته 1.5 جرام/ سم³. ويشكل السيليولوز المكون الأساسي لجدر خلايا النباتات والميكروبات أيضا ويتكون من سلاسل متوازية غير متفرعة ولا يذوب مسحوقة في الماء ولا في المذيبات العضوية ولا يتحلل مائيا بسهولة ولكنة يتحلل عند تسخينه مع حامض الكبريتيك تحت ضغط إلى وحداته الأساسية من جزيء الجلوكوز. وعلى الرغم من تشابه السيليولوز في تركيبة الكيميائي مع النشا حيث يتكونان من الوحدات العديدة للجلوكوز إلا أنهما يختلفان في العديد من الخواص بسبب الاختلاف في طريقة ترابط الوحدات.

ويتم إنتاج الوقود الحيوي من السيليولوز باستخدام تكنولوجيات مختلفة تتعامل مع المواد العديدة المكونة للسليولوز، لأن مادة السيليولوز أكثر مقاومة للتكسير والتحلل والتخمر من السكر أو النشا أو الزيت. وبالتالي فإن هذه الصعوبة التي تواجه إنتاج الوقود الحيوي السائل من هذه المواد المقاومة للتحلل والتخمر تجعل هذه العملية أكثر تكلفة على الرغم من انخفاض سعر المخلفات الزراعية السيليولوزية المستخدمة في هذا الإنتاج عن المواد الغذائية المستخدمة في الجيل الأول لإنتاج الوقود الحيوي. ويمكن القول أن هناك معاملتين أساسيتين تجري على السليولوز للحصول على الوقود الحيوي.

- الأولي هي العملية الحرارية الكيميائية (الثرموكيميائية) Thermo-Chemical Treatment

- الثانية هي البيولوجية الكيميائية (البيوكيميائية) Biochemical Treatment.

الطريقة الكيميائية الحرارية هي الأكثر شيوعا وتتضمن تقنيتين هما طريقة التحول إلى الغاز (التغوز) Gasification، والطريقة الثانية تسمى باسم «فيشر تروبش Fischer-Tropsch».

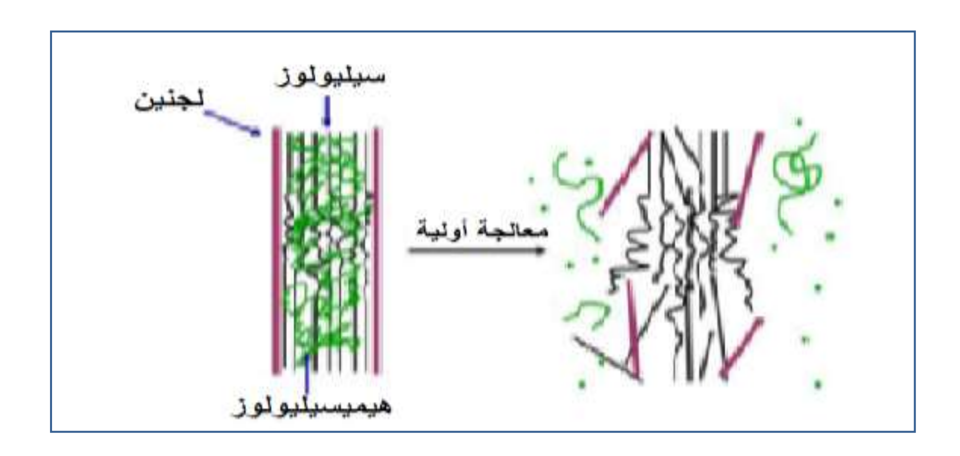
في الطريقة الغازية أو التغوز يتم هضم السليولوز وتحويله إلى غازات مُخلّقة مكونة من خليط من أول وثاني أكسيد الكربون والهيدروجين والميثان. هذا الخليط يتم تكثيفه وتحويله إلى مخلوط من الوقود الحيوي من الهيدروجين الحيوي والإيثانول الحيوي والإثير ثنائي الميثيل ومعه أيضا الديزل المخلق والجازولين. هذه المجموعة من الوقود تعني أن يمكن إنتاج وقود أكثر وبعدة أنواع لكل طن من المادة العضوية للمخلفات أكثر مما ينتج من المواد الخام لوقود الجيل الأول.

في الطريقة البيوكيميائية، يعتمد التفاعل بشكل رئيسي على عملية التحلل المائي Hydrolysis لتحويل المادة العضوية الحية إلى وقود حيوي سائل، حيث تستخدم الأحماض المعدنية التي تعمل على تكسير الجزيئات الطويلة والمعقدة للسيليولوز (سكريات معقدة) إلى سلاسل قصيرة من السكريات البسيطة قابلة لبدء عملية التخمر الميكروبي بالخمائر والإنزيمات والمواد المحفزة المعتادة التي تحدث في إنتاج الوقود الحيوي من المحاصيل السكرية والنشوية. تستخدم هذه الطريقة عددا من الإنزيمات الهاضمة جنبا إلى جنب مع الأحماض وبعض أنواع الميكروبات التي لها القدرة على هضم السليولوز والهيميسليولوز وتحويلها إلى سكريات بسيطة قابلة للتخمر، لذلك فهي طريقة مكلفة جدا وتزيد كثيرا عن تكاليف إنتاج الجيل الأول.

المعاملة الحرارية المرتفعة تعتمد على تسخين المخلفات العضوية الحيوية بمعزل عن الأكسجين، ويتوقف ذلك على كمية المادة العضوية المطلوب معاملتها وحجم حبيباتها والمعدل الحراري المطلوب لها. تؤدي هذه المعاملة الحرارية إلي إنتاج ما يعرف بأسم الزيت الحراري pyrolysis oil or bio-oil. معظم أنواع السليولوز قابلة للتحلل الحراري المرتفع حيث ثبت معمليا أن هناك أكثر من مائة نوع من المخلفات الزراعية قابلة للتحلل الحراري في نطاق التجارب المعملية منها القش – نواة الزيتون – قش الفول السوداني – مخلفات الغابات، ولكن على مستوى نطاق الإنتاج الاقتصادي والتجاري بتوسع مازالت هذه المراحل تحت الدراسة التطبيقية.

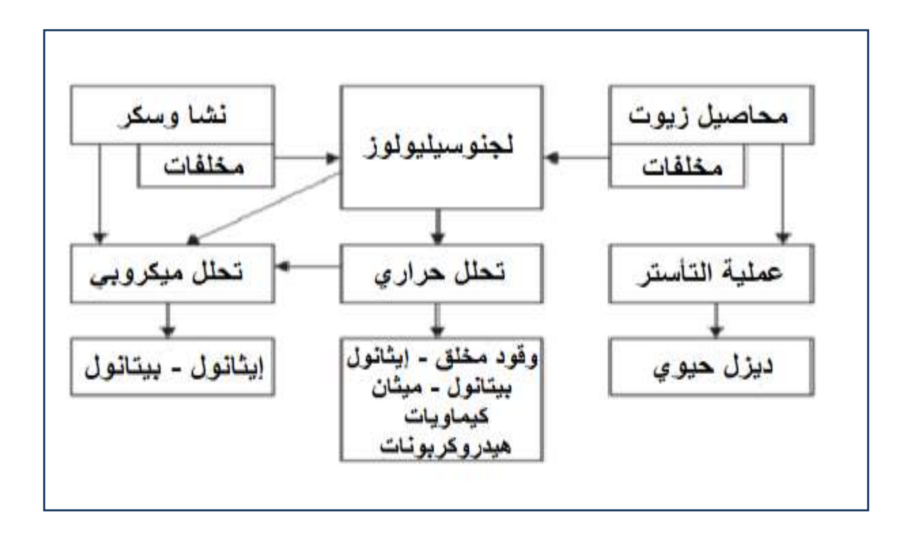
شكل رقم (46)

تفاعلات إنتاج الإيثانول الحيوي
من الحاصلات السكرية والنشوية وبقايا النباتات



شكل رقم (47)

المعاملات الحيوية الكيميائية والحرارية لتحويل السيليولوز إلى وقود حيوي



المصدر: تعريب للمؤلف عن Royal Society 2008.

شكل رقم (48)

معالجة الأنواع المختلفة من الحاصلات
والمخلفات للحصول على الإيثانول الحيوي



المصدر: تعريب للمؤلف عن نفس المصدر السابق

هذا وتختلف المخلفات النباتية كثيرا في قدرتها على إنتاج الإيثانول حيث تكون أعلى معدلاتها في الحشائش ثم مخلفات المحاصيل الحقلية والأشجار الخشبية بأنواعها للخشب الصلد واللين.

ويوضح الجدول التالي معدلات إنتاج الإيثانول من بعض المخلفات الزراعية عند الاستفادة من محتواها من السيليولوز.

جدول رقم (15)

معدلات إنتاج الإيثانول الحيوي من بعض المخلفات الزراعية للجنوسيليولوز

المادة الخام		الإيثانول (لتر/طن جاف)	كمية المحصول (طن جاف/إكر/سنة)	إنتاج الإيثانول (لتر/إكر/سنة)
الأخشاب	أشجار الحور (خشب صلد)	360	6 – 5	1980
	أشجار الصنوبر (خشب لين)	345	4 – 3	1208
الحشائش	حشيشة سويتش	310	15 – 6	3255
	حشيش برمودا	300	10 – 6	2400
مخلفات حقلية	حطب الذرة	345	5 – 3	1380
	قش القمح	333	3 – 1	666
	قش الأرز	335	4 – 3	1173

نفس المصدر السابق.

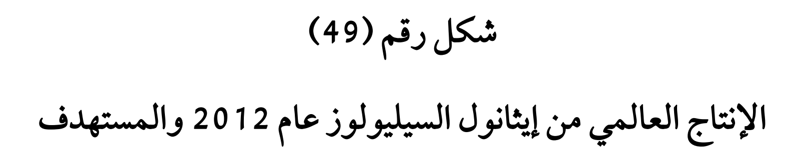
ويوضح الجدول التالي إنتاج بعض الشركات العالمية من إيثانول السيليولوز في عدد من المصانع الحقلية الصغيرة Pilot-Scale لمعرفة اقتصاديات وجدوى إنتاج الإيثانول من اللجنوسيليولوز.

جدول رقم (16)

معدلات إنتاج الإيثانول في بعض المصانع الصغيرة من اللجنوسيليولوز

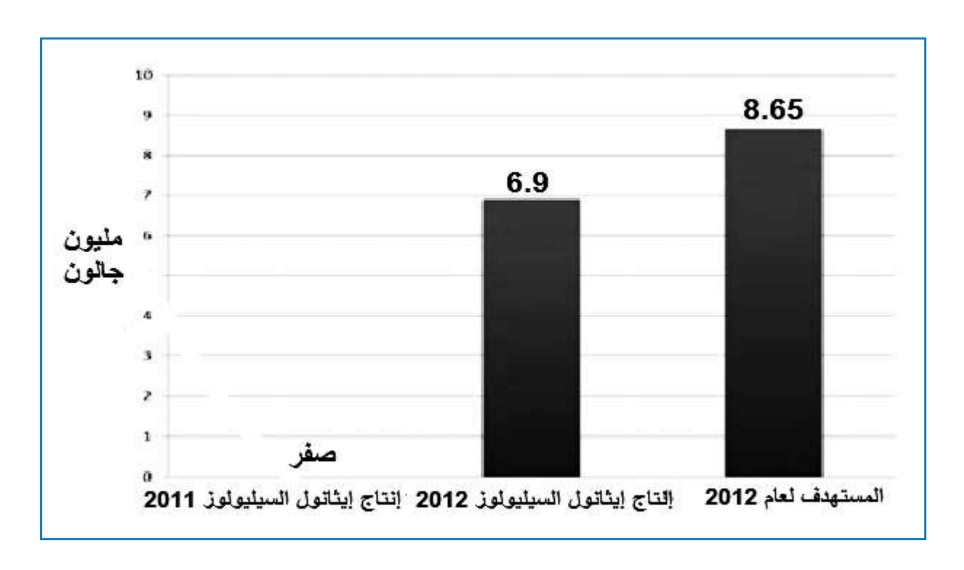
الشركة	الموقع والدولة	المادة الخام	سعة الإنتاج
Sekab E-Technology	Ornskoldsvik Sweden	نشارة خشب أشجار الصنوبر	300 – 400 لتر إيثانول/ يوم
Arkenol	Izumi, Japan Irvine,Ca, USA	خليط من نشارة خشب أشجار عديدة	100 – 300 لترإيثانول/ يوم
Logen	Ottwa, Canada	قش الأرز	40 طن قش أرز يوميا

ويوضح الشكل التالي كمية الإيثانول العالمية المنتجة من السيليولوز في عام 2012 مقارنة بالمستهدف بالمليون جالون في السنة حيث لم يرصد إنتاجا على المقياس التجاري الاقتصادي في عام 2011 وما قبله. الشكل يوضح أن الشركات القائمة بالإنتاج لم تحقق المستهدف إنتاجه بسبب التكاليف الاقتصادية العالية وتعقيدات عملية الإنتاج.



شكل رقم (49)

الإنتاج العالمي من إيثانول السيليولوز عام 2012 والمستهدف



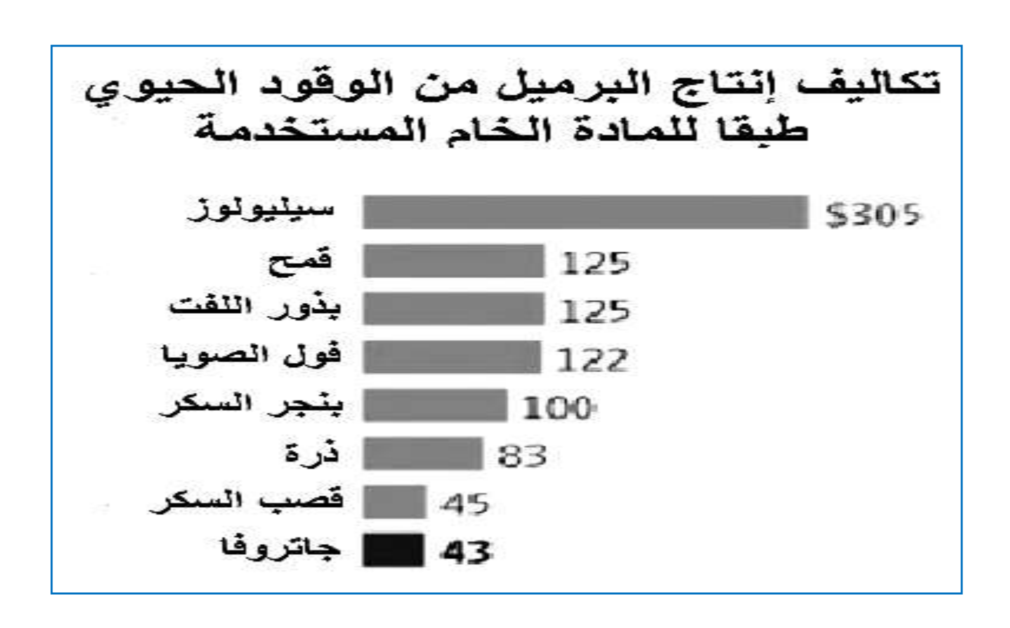
حجم الإيثانول المنتج من السليولوز مقارنة بمثيلة المنتج من الجيل الأول للمحاصيل الغذائية

حتى عام 2012 يمكن القول إن الإيثانول المنتج من الجيل الأول والأغذية الاقتصادية هو السائد تماما وأن اقتصاديات الإنتاج من الإيثانول ما زالت على المحك وتكلفتها عالية ولذلك لا تتجاوز كمياتها حتى الآن 1٪ فقط من إجمالي الإيثانول المنتج عالميا وكما يوضح الشكل. فلا يزال إنتاج الإيثانول من المخلفات الزراعية للجنوسيليولوز يتجاوز 305 دولارا للكمية المكافئة لبرميل البترول ويعتبر هو الأعلى في التكلفة بين كل الأنواع الأخرى، ولا ينتظر أن يصل سعر برميل البترول إلى مثل هذا المبلغ في السنوات العشر القادمة على أقل تقدير بالإضافة إلى أنه يمثل نحو ثلاثة أضعاف أسعار الوقود التقليدي من البترول وليس له أي جدوى حدية تشجع على الاستمرار في إنتاجه حاليا، ولذلك لا توجد مصانع كبيرة ولا معامل تكرير وتنقية خاصة بإنتاج الإيثانول الحيوي كبديل للجازولين من المخلفات النباتية. ولكن من المتوقع خلال العشرين عاما القادمة أن يتم التوسع في استخدام المخلفات الزراعية في إنتاج الإيثانول الحيوي تحسبا للتوصل إلى تقنيات جديدة تخفض من تكلفة الإنتاج بالإضافة إلى التوسع في حجم الإنتاج إلى الإنتاج الواسع الاقتصادي التجاري بما يخفض أيضا من التكلفة المستقبلية المتوقعة.

ويوضح الشكل التالي تكلفة إنتاج بعض صنوف الوقـود الحيـوي مـن المخلفـات الزراعيـة (إيثانول السيليولوز) مقارنة بباقي أنواع الوقود الحيوي المنتجة مـن الجيـل الأول للحاصـلات الغذائية.

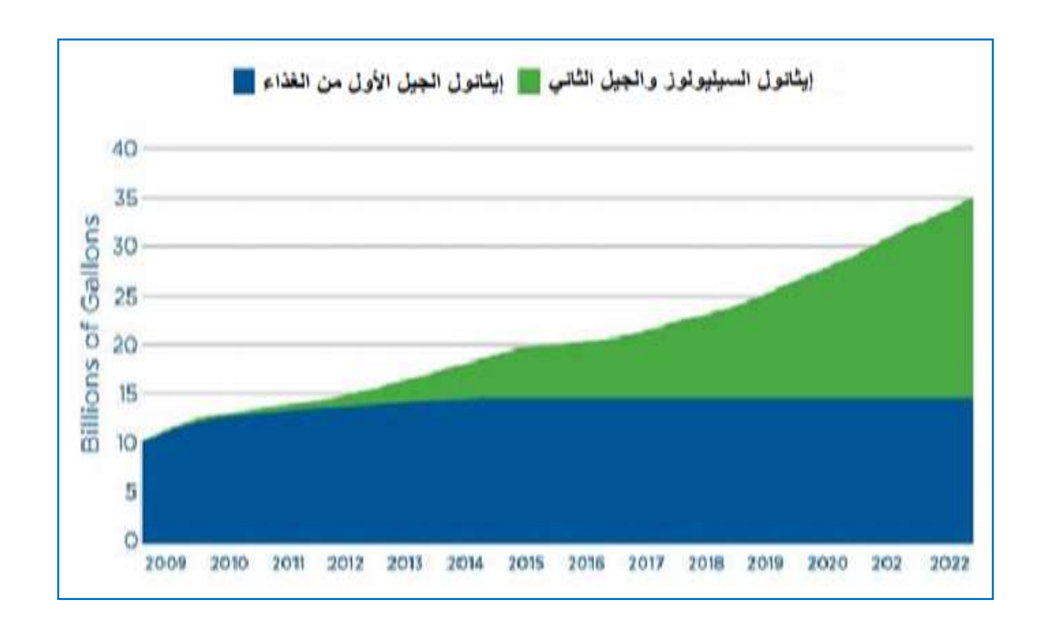
شكل رقم (50)

متوسط تكلفة إنتاج الوقود الحيوي من بعض مختلف مواده الخام.



شكل رقم(51)

إنتاج الإيثانول الحيوي حاليا ومستقبلا من الجيل الأول والجيل الثاني



طاقة الإيثانول وكفاءته مقارنة بالجازولين

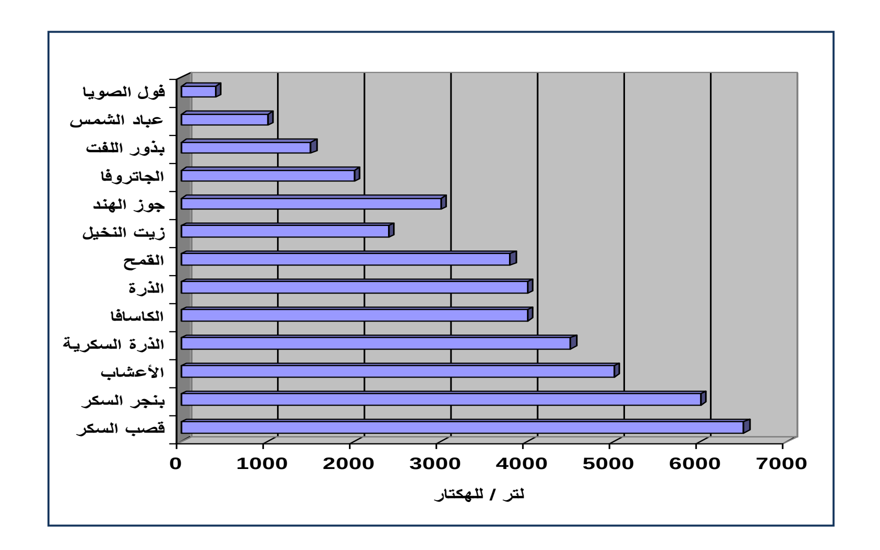
يحتوى اللتر من الإيثانول الحيوي على 66٪ من طاقة لتر الجازولين، إلا أنه يحتوى على رقم أوكتين أعلى من الذي يمكن أن يحتويه أي وقود جازولين بما يحسن كثيرا من أداء موتور السيارة ويقلل من حدوث التخبيط أو «تصفيق» الموتور الناتج من استخدام الوقود منخفض الأوكتين، وذلك نتيجة لاحتواء جزئ الإيثانول على الأكسجين في تركيبه الكيميائي (CH_3CH_2OH) وذلك يحسن من عملية احتراق الوقود ويقلل من التراكمات الضارة داخل أجزاء الموتور، وتسمي هذه العملية «بالأوكسيجينية oxygenate». ومن المميزات الإضافية أيضا للإيثانول أن محتواه من عنصر الكبريت منخفضا للغاية بالمقارنة بما يحتويه الجازولين وبالتالي فإن احتراق الإيثانول كوقود للسيارات يقلل كثيرا من انبعاث الأكاسيد الكبريتية في الهواء الجوي والتي تعتبر من الأسباب الرئيسية للأمطار الحامضية بالإضافة إلى كونها مادة مسطرنة ذات تأثير تراكمي لمن يستنشقها أو يتعرض لها. وفي المقابل يمكن أن يتسبب استخدام الإيثانول كوقود للسيارات في حدوث زيادة طفيفة في انبعاثات الأكاسيد النتروجينية في الهواء الجوي حيث يشكل النتروجين بصورتيه النترات والأمونيوم الهيكل الرئيسي لجسم النبات ويعتبر هو العنصر الغذائي الأكبر والغالب الذي تمتصه النباتات من التربة بمختلف أنواعها.

كفاءة المحاصيل المختلفة في إنتاج الإيثانول الحيوي

وحول مدى كفاءة المحاصيل السكرية والنشوية في إنتاج الإيثانول (شكل 52) يلاحظ بشكل عام أن المحاصيل السكرية تنتج كميات أكبر من المحاصيل النشوية، وأن قصب السكر هو الأكفاء في المحاصيل السكرية والنشوية معا بمعدل يتراوح بين 6000 إلى 7000 لتر للهكتار (مساحة الهكتار 10.000 متر مربع بالمقارنة ب 4200 متر مربع للفدان أي أن الهكتار يساوي 2.38 فدان)، في حين أن الكاسافا والذرة هما الأكفأ في المحاصيل النشوية بمعدل حوالي 4000 لتر للهكتار لكليهما.

شكل رقم(52)

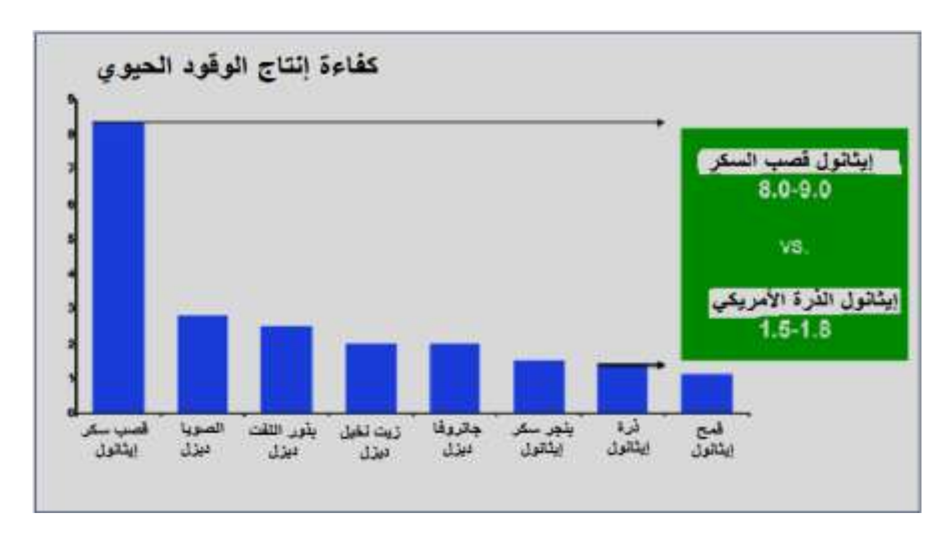
كفاءة المحاصيل المختلفة في إنتاج الوقود الحيوي



ويوضح الرسم التالي إن كمية الإيثانول المنتجة من قصب السكر تعادل ستة أضعاف مثيلاتها المنتجة من الذرة من ذات وحدة الوزن.

شكل رقم (53)

مقارنة بين كفاءة الإيثانول المنتج من قصب السكر بمثيلاتها المنتجة من الذرة



الإنتاج العالمي من البيوإيثانول:

بلغ إجمالي الإنتاج العالمي من الإيثانول الحيوي في عام 2006 حوالي 51.3 بليون لتر وتصدرت الولايات المتحدة الأمريكية دول العالم بإجمالي إنتاج 20 بليون لتر بنسبة 39٪ من الإنتاج العالمي، وزاد الإنتاج بها إلى 26 بليون لتر بنهاية عام 2007. جاءت البرازيل في المركز الثاني بإجمالي إنتاج 17.8 بليون لتر بنسبة 35٪ وإلى 20 بليون لتر بنهاية 2007. وبالتالي فقد سيطرت الولايات المتحدة والبرازيل على 90٪ من الإنتاج العالمي للإيثانول بنهاية عام 2007 وبدايات عام 2008. وتجيء الصين والهند في أوليات الدول الآسيوية في إنتاج الإيثانول بمعدل 3.7 بليون لتر للصين و 2.3 بليون لتر للهند وذلك في ديسمبر 2007 من إجمالي إنتاج قارة آسيا والذي بلغ 6.5 بليون لتر في 2007. وفي دول الاتحاد الأوروبي بلغ الإنتاج الكلي للإيثانول حوالي 2.3 بليون لتر عام 2007 بالمقارنة بكمية 1.6 بليون لتر لعام 2006. وتأتي فرنسا كأعلى إنتاج للإيثانول الحيوي بمعدل 1.2 بليون لتر خلال عام 2007 تليها ألمانيا بمعدل 850 مليون لتر.

ويلاحظ أن الإنتاج العالمي تضاعف تقريبا خلال سبع سنوات فقط من عام 2000 إلى 2007.

ويبين الجدول التالي إنتاج العالم من الإيثانول الحيوي خلال الفترة من 2000 إلى 2006.

جدول رقم (17)

تطور الإنتاج العالمي من الإيثانول خلال الفترة من 2000 إلى 2006.

الدولة	العام والإنتاج (بليون لتر)						
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
الولايات المتحدة	7.60	8.12	9.59	12.06	14.31	16.21	19.85
البرازيل	10.61	11.5	12.61	14.73	14.66	16.06	17.82
الصين	2.97	3.03	3.15	3.40	3.50	3.50	3.55
الاتحاد الأوروبي	2.42	2.58	2.51	2.47	2.45	2.79	3.44
الهند	1.72	1.78	1.80	1.77	1.23	1.10	1.65
فرنسا	0.81	0.81	0.84	0.81	0.83	0.91	0.95
ألمانيا	0.28	0.29	0.27	0.28	0.23	0.35	0.76
كندا	0.21	0.22	0.23	0.23	0.23	0.25	0.57
أمريكا الشمالية	8.20	8.75	10.22	12.70	14.96	16.86	20.85
أمريكا الجنوبية	11.07	11.95	13.04	15.18	15.14	16.57	18.59
آسيا	5.79	5.96	6.14	6.47	5.93	5.81	6.43
العالم	29.41	31.32	34.07	19.01	40.71	44.29	51.32

المصدر: FAO, 2007: Bioenergy Development in G8 and +5 countries

شهد العالم تطورا كبيرا في إنتاج الوقود الحيوي وتغير في ترتيب وإنتاج مختلف دول العالم في الإيثانول خلال السنوات الخمس الأخيرة بدءًا من عام 2008، حيث وصل معدل النمو في الإنتاج في بعض الدول إلى 10٪ في حين لم يزيد في البرازيل الدولة الرائدة في هذا المجال عن 2.8٪ كما انخفض في الصين أيضا إلى 1.4٪ لهمومها في إنتاج الغذاء لهذا الكم الكبير من السكان البالغ 1.4 بليون (مليار) نسمة.

ويوضح الجدول التالي تطور إنتاج الإيثانول في العالم خلال الفترة من 2008 وحتى نهاية 2012 وأهم الدول المنتجة.

جدول رقم (18)

الإنتاج العالمي من الإيثانول خلال الفترة من 2008 إلى 2012 بالمليون جالون.

الدولة	2008	2009	2010	2011	2012	نسبة النمو٪
البرازيل	4.988	5.238	5489	5.739	5.990	2.8
الولايات المتحدة	6.198	6.858	7.518	8.178	8.838	5.7
الصين	1.075	1.101	1.128	1.154	1.181	1.4
الهند	531	551	571	591	611	2.2
فرنسا	285	301	317	333	349	3.2
أسبانيا	163	184	206	227	249	6.9
ألمانيا	319	381	444	506	569	9.7
كندا	230	276	322	368	414	9.9
إندونيسيا	76	84	92	100	108	5.6
إيطاليا	50	53	55	58	60	2.8

باقي العالم	2.302	2.548	2.794	3.040	3.286	5.7
العالم	16.215	17.574	18.934	20.293	21.653	4.6

الجالون الأمريكي = 3.785 لتر – المصدر: REN 21; 2012; Renewable 2012, Global Status Report; Paris.

ويوضح الشكل التالي تطور إنتاج الوقود الحيوي بشقيه الإيثانول والديزل الحيويان حتى نهاية عام 2011، كما تظهر الجداول التالية إنتاج الإيثانول في قارات ودول قارات العالم.

جدول رقم (19)

إنتاج الإيثانول الحيوي في أكبر خمس عشرة دولة منتجة حتى نهاية 2011

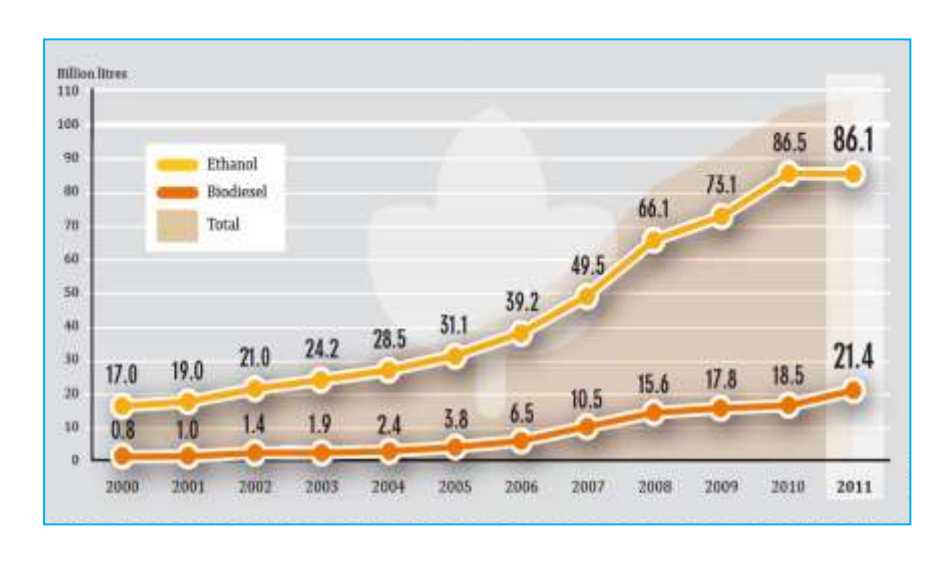
م	الدولة	حجم الإنتاج (بليون لتر)
1	الولايات المتحدة الأمريكية	54.2
2	البرازيل	21.0
3	ألمانيا	0.8
4	الأرجنتين	0.2
5	فرنسا	1.1
6	الصين	2.1
7	كندا	1.8
8	إندونيسيا	0.0
9	أسبانيا	0.5
10	تايلاند	0.5
11	بلجيكا	0.4
12	هولندا	0.3

13	إيطاليا	0.0
14	كولومبيا	0.3
15	النمسا	0.2
إجمالي العالم		86.1
إجمالي الإتحاد الأوروبي		4.3

المصدر: REN 21; 2012; Renewable 2012, Global Status Report; Paris.

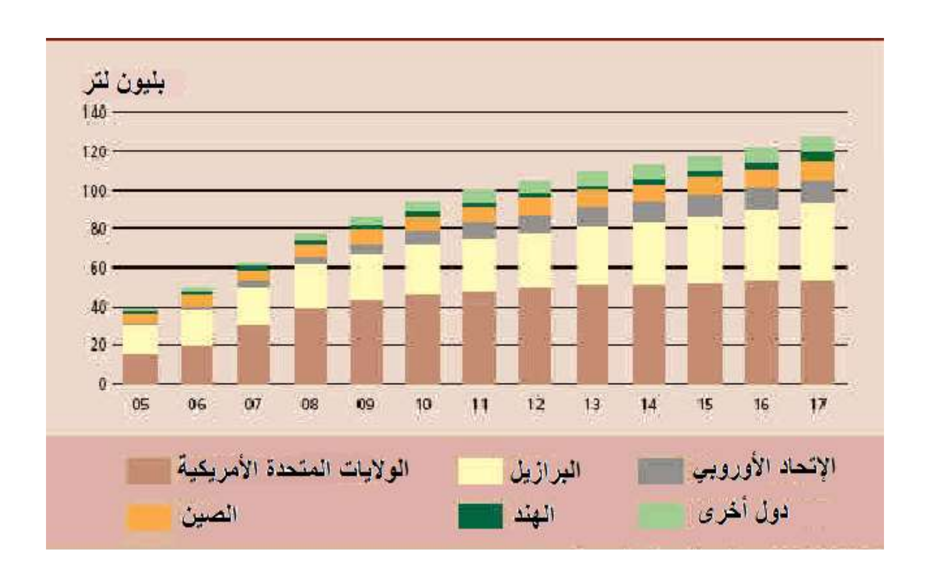
شكل (54)

تطور الإنتاج العالمي من الإيثانول والديزل الحيويين من عام 2000 وحتى 2011



شكل رقم (55)

تطور الإنتاج في أهم الدول المنتجة للإيثانول الحيوي والتوقع حتى 2017



جدول رقم (20)

إنتاج الإيثانول الحيوي في قارات العالم

القارة	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
	بالمليون لتر						
أوروبا	1627	1882	2855	3645	4254	4429	4973
أفريقيا	0	55	65	100	130	150	235
أمريكا الشمالية	18716	25271	35946	42141	51584	54765	54580
أمريكا الجنوبية	16969	20275	24456	24275	25964	21637	21335
آسيا	1940	2142	2753	2927	3115	3520	3965
العالم	39252	49625	66075	73088	85047	84047	85088

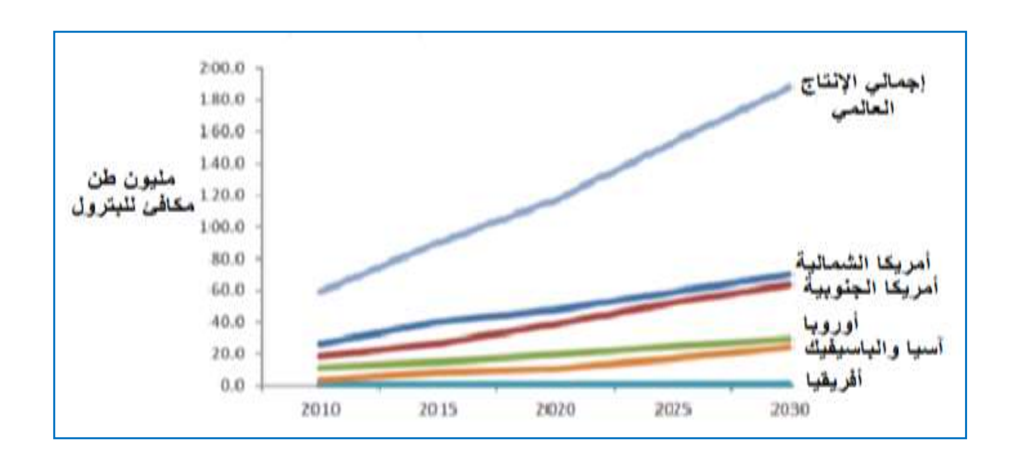
المصدر: تقرير الوكالة الدولية للطاقة 2012

يلاحظ انخفاض الإنتاج العالمي من الوقود الحيوي بشكل عام في عام 2011 بعد المؤتمر الذي عقدته منظمة الأغذية والزراعة (FAO) في أكتوبر 2010 بعنوان «كيف نطعم العالم عام 2050» وناقش موضوع تأثير إنتاج الوقود الحيوي على الأمن الغذائي العالمي حيث ناشد الدول الكبرى تجميد أي زيادة في إنتاج الوقود الحيوي من الأغذية وتم الاتفاق على الحفاظ على معدلات عام 2010 دون زيادة. بالإضافة إلى ذلك فإن أزمتي الغذاء العالميتين والتي تسببت في إرتفاع كبير في أسعار الغذاء عامي 2007 ، 2008 ثم تكررت عام 2011 أدت إلى زيادة ربحية الغذاء بسبب ارتفاع أسعاره دون الحاجة إلى البحث عن مزيد من ارتفاع الأسعار بسبب تحويل الغذاء إلى وقود!!!!

ويوضح الشكل التالي الإنتاج العالمي للقارات المختلفة من الوقود الحيوي ومستقبل الإنتاج في عام 2030.

شكل رقم (56)

الإنتاج العالمي لقارات العالم من الوقود الحيوي
ومستقبل الإنتاج حتى عام 2010



جدول رقم (21)

إنتاج دول الإتحاد الأوروبي من الإيثانول الحيوي لعامي 2010 و 2011.

الدولة	2010	2011
	(مليون لتر)	
فرنسا	1050	1007
ألمانيا	761	770
أسبانيا	471.5	463
بلجيكا	315	400
بريطانيا	320	320
هولندا	100	275
السويد	205	200
النمسا	197	195
المجر	186	173
بولندا	200	167
سلوفاكيا	127	130
ج التشيك	120	110
رومانيا	67	65
إيطاليا	60	60
ليتوانيا	49.4	18
بلغاريا	0.0	10
فنلندا	10	10

إيرلندا	10	10
لاتفيا	19.2	5
دنمارك	0.0	5
الإتحاد الأوروبي	4268	4393

المصدر: تعريب للمؤلف لبيانات عن E Pure 2012

جدول رقم (22)

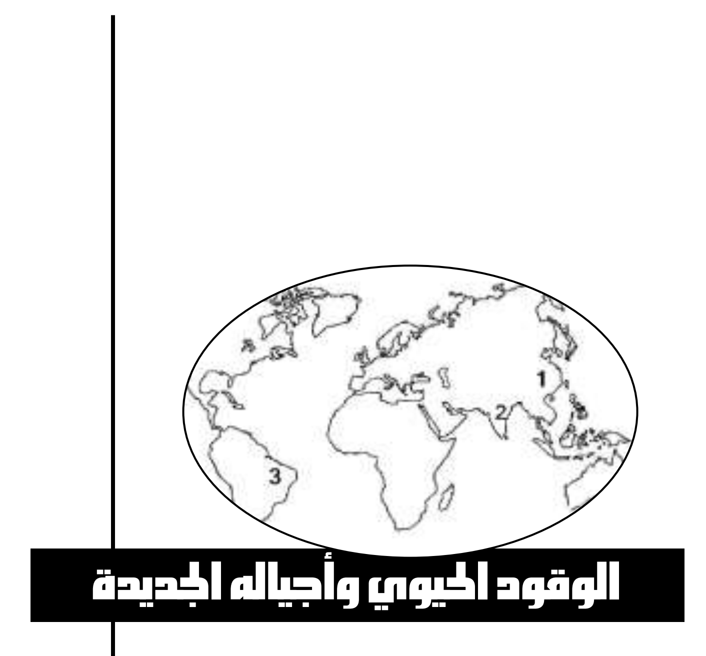
أهم الشركات المنتجة للإيثانول الحيوي في أوروبا والمواد الخام المستخدمة

الشركة	الدولة	فروعها	عدد المصانع	سعة الإنتاج (مليون لتر)	المادة الخام
Abengoa Bioenergy	أسبانيا	أسبانيا (4) هولندا (1) فرنسا (1)	6	1283	شعير – قمح– حبوب – ذرة – مخلفات – كحول خام
Tereos	فرنسا	فرنسا (6)	6	725	سكر بنجر – عصائر سكرية – قمح
Crop eng. Biowanza	ألمانيا	ألمانيا (1) بلجيكا (1) فرنسا (1)	3	700	سكر بنجر – عصائر سكرية – حبوب – قمح
Cristanol	فرنسا	فرنسا (4)	4	540	عصائر سكرية – سكر بنجر – مخلفات – كحول خام
Ensus	إنجلترا	إنجلترا (1)	1	400	قمح
Agrana	النمسا	النمسا (1) المجر (1)	2	410	قمح – ذرة
Verbio	ألمانيا	ألمانيا (2)	2	355	حبوب – عصائر سكرية

Agroetanal	السويد	السويد (1) التشيك (1)	2	310	حبوب

المصدر: تعريب للمؤلف عن EU Observer 2012





الباب الرابع

الديزل الحيوي

أغلب وسائل النقل في العالم تستخدم الديزل (السولار) كوقود وليس الجازولين سواء الشاحنات أو سيارات النقل ونصف النقل والسفن التجارية ووسائل نقل الركاب وهي التي يعتمد عليها المجتمع في نقل الحاصلات الزراعية من خضروات وفاكهة وحبوب وبقول وحتى لنقل الوقود نفسه سواء الصلب أو السائل.

يمكن إنتاج الديزل الحيوي من أي محصول زيتي مهما كان نوعه، بل ومن أي نوع من الزيوت بما فيها مخلفات زيوت القلية في المنازل والمطاعم والفنادق وكذلك مخلفات مصانع الأسماك ودهون وشحوم الحيوانات في المسالخ ومحال بيع اللحوم. ولكن الأكفأ والأكثر اقتصادية في الإنتاج هو زيت النخيل والذي شهدت أسعاره ارتفاعا كبيرا في الفترة الماضية نتيجة للتوسع في استخدامه لإنتاج الوقود الحيوي. وعلى الرغم من أن زيت فول الصويا وعباد الشمس هما الأقل في الكفاءة والاقتصادية إلا أنهما المصدر الأول للديزل الحيوي في الولايات المتحدة خاصة فول الصويا نتيجة لوفرة إنتاجهما هناك، وبالتالي فإن أمر الوفرة وغزارة الإنتاج قد يعوضان الجدوى الاقتصادية أو بالأحرى الجدارة الاقتصادية وارتفاع كفاءة الإنتاج وانخفاض تكاليفه.

وتعتبر بذور نبات اللفت هي الأكثر شيوعا لإنتاج الديزل الحيوي في دول أوروبا نظرا لرخص تكاليف إنتاجها وارتفاع المحصول أيضا وتكاد تمثل نصف كمية الإنتاج العالمي نتيجة لغزارة إنتاجه في دول السوق الأوروبية. وفي المقابل فإن زيت النخيل وزيوت ثمار جوز الهند هما الأكثر شيوعا في دول جنوب شرق آسيا لأن الأمر هنا أيضا مرتبط بالوفرة الإنتاجية واستغلال ما هو متاح وليس بالكفاءة الإنتاجية. وفي السنوات الخمس الأخيرة بدء استخدام زيت بذرة القطن في دول حوض النيل خاصة تنزانيا وأوغندا كما بدء في استخدام زيت بذور الخروع في دول غرب أفريقيا خاصة غانا والكاميرون وهو شئ محمود لكون الأخير لا يمثل محصولا غذائيا وبالتالي لا يؤثر على أسعار الغذاء أو مدى توافره للإنسان.

الجديد في هذا الأمر أو كما يطلقون عليه المارد الجديد هي أشجار الجاتروفا والتي تحتوي بذورها على نسبة 40٪ زيت وتعطي محصولا وفيرا بدء من العام التالي للزراعة مباشرة بل ويمكن أن تُزهر من مرتين إلى ثلاث مرات في السنة في المناطق الدافئة والمدارية وبالتالي تعطي المحصول لثلاث مرات سنويا مقابل مرة واحدة فقط في المناخ البارد لألمانيا ودول شمال أوروبا حيث أن لهذه الشجيرة مدارا كبير من الأحزمة المناخية التي تستطيع أن تتأقلم معها وتنمو في أجوائها من الباردة إلى الحارة. وهناك أيضا شجيرات البونجاميا الهندية التي تقاربها في محتواها من الزيت وتستطيع هي والجاتروفا أن تنمو في الترب الجافة وأن تتحمل الري بالمياه المالحة نسبيا ومياه الصرف الصحي المعالجة وغير المعالجة، كما يمكنها النمو بنجاح في الأراضي الصحراوية ولا تحتاج إلى أسمدة كيميائية وإن كان إضافتها يزيد بالطبع من المحصول، وبالتالي فلا تستغرب عندما يطلقون عليها في ألمانيا بالشجرة المعجزة أو الهدية لتكون البديل الأمثل لوقود الديزل البترولي بعد انتهاء عصر النفط. لذلك تعتبر أشجار الجاتروفا هي المصدر الرئيسي لإنتاج الديزل الحيوي في دول حوض النيل وتجرى حاليا زراعات مكثفة وعلى مساحات كبيرة في جميع دول الحوض خاصة تنزانيا والتي تعتبر حاليا أكبر دولة أفريقية منتجة للوقود الحيوي وتمثل زراعاته نسبا محسوسة من المساحة الكلية لها ولها أيضا امتدادا كبيرا في دول غرب أفريقيا ودول جنوب شرق آسيا.

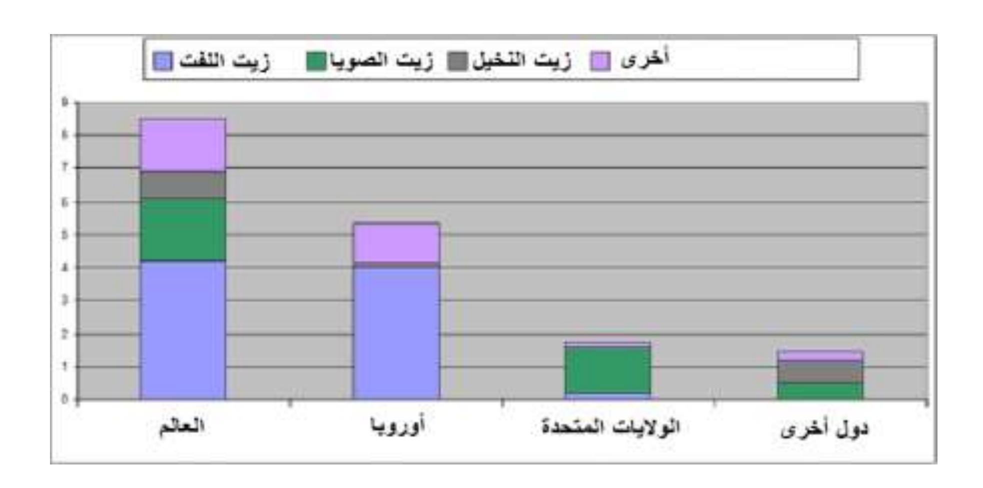
شكل رقم (57)

حقل لأشجار الجاتروفا اليافعة في تنزانيا



شكل رقم (58)

المواد الخام الأساسية المستخدمة في إنتاج الديزل الحيوي عالميا



ويوضح الجدول التالي أهم الزيوت المستخدمة في إنتاج الديزل الحيوي وأهميتها الإقتصادية

جدول رقم (23)

أهم الزيوت المستخدمة في إنتاج الوقود الحيوي
واستخداماتها الغذائية والاقتصادية

المحصول	أهميته الزراعية	استخدامات الزيوت
فول الصويا	زيت طعام – كسبة لعلف الحيوانات – كسبة في مصنعات اللحوم – غذاء في بورصات الغذاء العالمية	الصناعات الدوائية – المنسوجات – الجلود – المطاط – الصناعات الغذائية
بذور الخروع	يتميز بسعر ثابت في بورصات الزيوت نادرا ما يتغير	صناعة المنزلقات – الصمغ – الورنيش والملمعات – النيلون – صناعة البلاستيك – زيوت الصبغات وتثبيت الألوان.

عباد الشمس	زيت طعام	زيت للطهي والسلاطة – تصنيع المارجرين – زيت نباتي مع البهار – الزيت النقي يستخدم في التصنيع الدوائي وزيوت وكريمات التجميل
بذرة القطن	محصول ألياف أساسي والزيت منتج ثانوي – زيت طعام – كسبة علف حيواني	وقود وطعام
زيت النخيل	محصول زيتي	زيت طهي – صناعة الصابون – منظومة الغذاء – ملينات ومنزلقات – تصنيع دوائي وكريمات تجميل وتثبيت صبغات الشعر

كما يوضح الجدول التالي المواصفات الزراعية ونسبة الزيت في حاصلات الديزل الحيـوي وتكاليف الإنتاج الحقلي

جدول رقم (24)

المواصفات الزراعية لحاصلات الديزل الحيوي

النوع	مصدر الزيت	نسبة الزيت	فترة النمو	محصول الزيت (طن/هكتار)	تكلفة الإنتاج (دولار/طن)	سعر الزيت (دولار/طن)
زيت نخيل	تمر	26	12	4.5	286	450
الكانولا	بذور	44	3	0.7	650	653
الخروع	بذور	44	3	0.75	720	1040
فول سوداني	بذور	45	3	0.7	1300	1281
فول صويا	بذور	17	3	0.4	85	560

شكل رقم (59)

أشجار زيت النخيل قصيرة ومثمرة





وسنورد أهم المواد الخام المستخدمة في تصنيع الديزل الحيوي في بعض الدول التي دخلت هذا المعترك للإنتاج.

*** قارة أفريقا:**

الجاتروفا: في غانا – مدغشقر – موزمبيق – تنزانيا – زامبيا.

*** حوض نهر الكونغو:**

زيت النخيل: في الكاميرون – الكونغو الديموقراطية – جمهورية الكونغو.

*** حوض الأمازون:**

زيت النخيل: في كولومبيا

فول الصويا: في بوليفيا والبرازيل

*** الغابات المدارية في جنوب وشرق آسيا:**

زيت النخيل: في إندونيسيا وماليزيا

*** غابات المناطق الجافة:**

الجاتروفا: في المكسيك والهند ودول حوض النيل خاصة تنزانيا وأوغندا وكينيا ورواندا وبروندي وإثيوبيا ثم دول غرب أفريقيا السنغال وبنين ونيجريا ومالي وغانا والكاميرون.

الجاتروفا قادمة وبقوة:

منذ أن أشار الألمان إلى أن أشجار الجاتروفا هي المارد القادم والحل الأمثل لإنتاج الديزل الحيوي نظرا لارتفاع محتواها من الزيت وتحمل النمو على مدى كبير من الأحزمة المناخية وتحملها الظروف غير المواتية سواء من الترب الجافة والمغمورة بالمياه أو الري بالمياه الهامشية ومياه الصرف الصحي، والطلب على زراعتها يزداد وبقوة. ففي عام 2000 تراوح عدد الشركات العاملة في إنتاج الديزل الحيوي من الجاتروفا بين 1 – 5 شركات فقط ولكل منها مساحات أكبر من 500 هكتار للشركة الواحدة، زاد هذا العدد في عام 2005 إلى 60 شركة ثم وصل في عام 2010 إلى 275 شركة ومن المتوقع في عام 2015 طبقا لتوقعات الشركات الأمريكية أن تصل عدد الشركات إلى 700 شركة كما يوضح الجدول التالي.

جدول رقم (25)

تطور عدد الشركات المنتجة للديزل الحيوي في العالم

السنة	الشركات العاملة في بيوديزل الجاتروفا
2001	5 — 1
2003	20
2005	60
2008	225
2009	250
2010	275
2011	350
2013 (**متوقع**)	500
2015 (**متوقع**)	700

لم يمثل الديزل الحيوي المنتج من الجاتروفا إلا 3٪ فقط من مجموع الإنتاج العالمي للبيوديزل وطبقا لهذا النمو السريع فمن المتوقع أن ترتفع هذه النسبة إلى 20٪ من الإنتاج العالمي كما يوضح الجدول التالي.

جدول رقم (26)

تطور مساهمة الجاتروفا في إنتاج الديزل الحيوي عالميا

السنة	المتوقع مليون طن متري	الإنتاج الفعلي مليون طن متري	بيوديزل الجاتروفا من الإنتاج العالمي ٪
2009	0.5	16.9	3
2010	1.0	20.2	5
2012	2.5	29.2	8.2
2015	10	50.3	20

زيادة المساحة الزراعية المستخدمة في إنتاج الجاتروفا أدت إلى ارتفاع أسعار التقاوي الخاصة بزراعتها بقوة على مدار السنوات الأخيرة.

جدول رقم (27)

تطور أسعار بذور الجاتروفا خلال السنوات الأخيرة

السنة	سعر البذور (دولار/ للكيلوجرام)
2005	0.1
2006	0.12
2007	0.14
2008	0.22
2009	0.28
2010	0.28
2011 (**يناير**)	0.34

وتتميز أشجار الجاتروفا بأن عمرها الإنتاجي يصل إلى 50 سنة وأنها تصل إلى ذروة إنتاجها في السنة الخامسة في المناطق الباردة وأقل من ذلك في المناطق الحارة. ويوضح الجدول التالي تطور محصول أشجار الجاتروفا من بذورها الزيتية.

جدول رقم (28)

تطور محصول أشجار الجاتروفا من الزيت

السنة	مدى المحصول (طن/هكتار)	المتوسط الحقلي الفعلي (طن/هكتار)
1	1.250 – 0.250	0.50
2	2.5 – 1	1.5
3	5.0 – 2.5	3.0
4	6.25 – 5	5.0
5	7.5 – 6.25	7.5 – 6.25

وتزداد الاستثمارات السنوية في إنتاج الديزل الحيوي من أشجار الجاتروفا في بعض الدول بمئات الملايين من الدولارات خاصة من بعض الشركات الكبري العاملة في هذا المجال كما يوضح الجدول التالي لاستثمارات عام 2010.

جدول رقم (29)

أهم الاستثمارات الدولية في زراعات الجاتروفا

الشركة	الاستثمارات بالمليون دولار	الدولة المستثمرة	المساحة (هكتار)
D1 – BP Fuel	160	جنوب أفريقيا – الهند	1 مليون
Sun Biofuel	20	تنزانيا	2 مليون
GEM Biofuel	7.2	مدغشقر	452.500
Energem Resources	55	موزمبيق	60.000

ويوضح الجدول التالي أهم الدول في القارات الأربع التي توسعت في زراعات الجاتروفا في السنوات الأخيرة والتي زادت بشكل كبير خاصة في الدول الأفريقية والآسيوية.

جدول رقم (30)

أهم الدول التي توسعت في زراعات الجاتروفا الحالية

أفريقيا	آسيا	الأمريكتين	أوروبا
زامبيا	كمبوديا	الولايات المتحدة	ألمانيا
غانا	ماليزيا	البرازيل	بلجيكا
موزمبيق	ميانمار	المكسيك	إنجلترا
مدغشقر	إندونيسيا		إيرلندا
مالاوي	الصين		فنلندا
مالي	اليابان		

سوازيلاند	كوريا		
زيمبابوي	لاوس		
تنزانيا	نيبال		
بنين	باكستان		
مصر	الفلبين		
إثيوبيا	سنغافورة		
ناميبيا	فيتنام		
الستغال	الهند		
السودان	الإمارات العربية		

تصنيع الديزل الحيوي

ويصنع الديزل الحيوي من خلط الزيت النباتي أو حتى الدهون الحيوانية أو البحرية مع الكحول في وجود عامل محفز لإتمام التفاعل وتعرف هذه العملية باسم «التأستر» أو التحول إلى الأسترات Trans-esterification. ويتم الإنتاج بخلط من 80 إلى 90٪ من الزيت مع 10 إلى 20٪ كحول في وجود قاعدة أو حامض محفز أثناء التسخين بما ينتج كميات من الديزل الحيوي مساوية لكمية الزيت (أو الدهن الحيواني أو البحري) الذي أضيف في بدء الإنتاج.

ويستخدم الديزل الحيوي كوقود للسيارات والشاحنات منفردا أو يخلط مع الديزل البترولي. ويحتوي الديزل الحيوي على 88 إلى 95٪ من طاقة الديزل البترولي ولكن التحديثات والإضافات خلال العامين السابقين أوصلا بالنسبة إلى 100٪ من الديزل البترولي. ويمتاز الديزل الحيوي بكونه أكفاء في الأداء نظرا لكونه أكثر زيتية وانزلاقا Lubricity بما يرفع من رقم السيتان Cetane value للديزل (وهو مشابهة لرقم الأوكتين في الجازولين) الذي يعمل على سهولة انزلاق وحركة «بساتم» موتورات الشاحنات والسيارات فيزيد من كفاءة استخدامها للوقود. وعادة يكون رقم السيتان في الديزل البترولي نحو 47.8 بينما يصل في الديزل الحيوي إلى 58.4 بما يوضح الفارق الكبير في تحسن صفات وطاقة الديزل الحيوي عن مثيله البترولي كما في الجدول التالي.

جدول رقم (31)

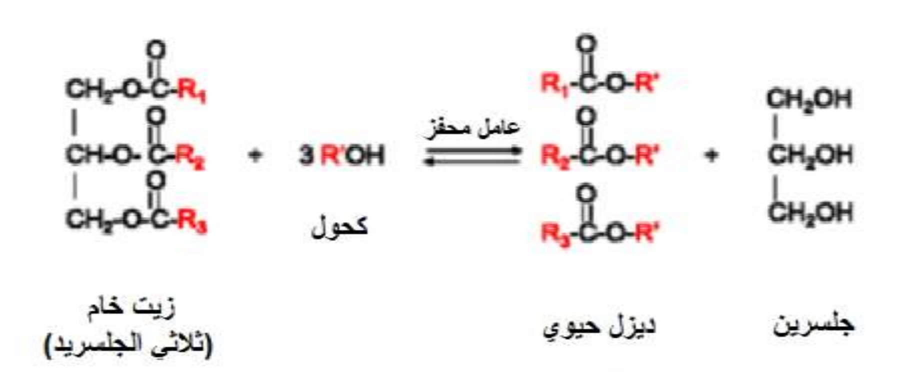
مقارنة بعض صفات الديزل الحيوي بمثيلة البترولي

الصفة	زيت الجاتروفا	بيوديزل الجاتروفا	بيوديزل البترول
الكثافة (جم/سم^3)	0.92	0.865	0.841
اللزوجة عن 40 درجة م	50 – 40	5.2 – 4.5	4.5
نسبة الكبريت ٪	٪0.13	٪0.13	٪1.2
رقم السيتان	51	58.4	47.8

المصدر: The World Bio; www.biozio.com

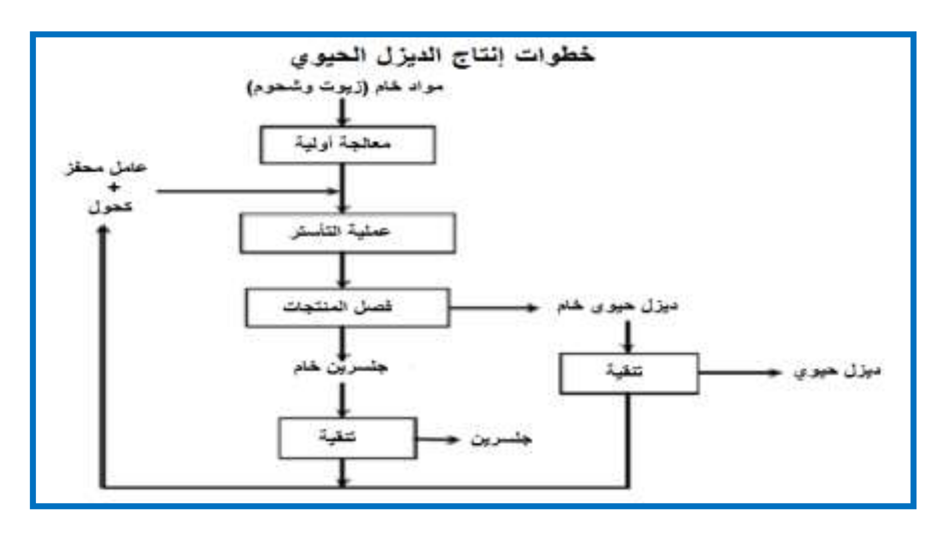
وكما هو الحال في الإيثانول الحيوي فإن الديزل الحيوي يحتوي أيضا على نسب محسوسة من الأوكسجين بما يحسن كثيرا من نسب اشتعال الوقود ولذلك يقلل من خروج غاز أول أكسيد الكربون السام والذي يُنتج بسبب عدم الحرق الكامل للوقود نتيجة لنقص الأوكسجين أثناء الاحتراق، كما أنه أيضا مثل الإيثانول لا يحتوي على أي كميات من الكبريت بما يقلل من الانبعاثات الكبريتية الضارة والمسببة لظاهرة الأمطار الحمضية خاصة في النصف الشمالي للكرة الأرضية.

وتوضح المعادلات التالية التفاعل بين الزيوت والكحول لإنتاج الديزل الحيوي لإنتاج الديزل الحيوي والجليسرين أيضا كمنتج ثانوي ذات قيمة اقتصادية جيدة.



شكل رقم (60)

خطوات إنتاج الديزل الحيوي من الزيوت والشحوم



المواد الخام المستخدمة في إنتاج الديزل الحيوي

ويوضح الجدول التالي مقارنة بين الزيوت الخام للحاصلات المستخدمة في إنتاج الديزل الحيوي ومدى توافر التقنيات اللازمة لعملية التصنيع

جدول رقم (32)

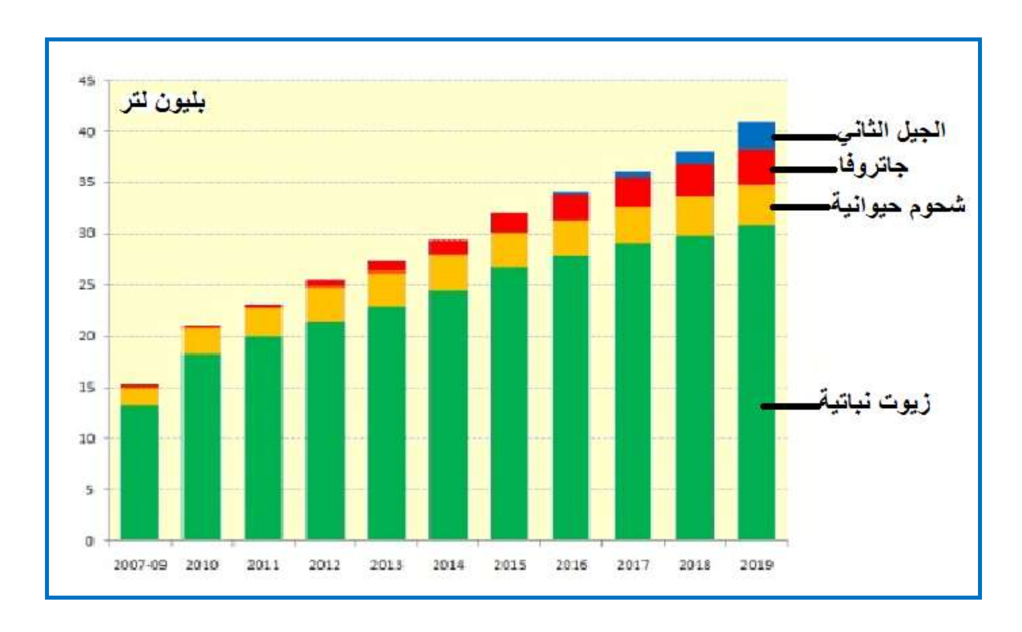
الحاصلات الزيتية ومدى توافر تقنيات إنتاج الديزل الحيوي

المحصول	محتوى الزيت %	المحصول (كجم/هكتار)	محصول الزيت (لتر/هكتار)	الحصاد	توافر التقنيات
فول الصويا	19	2.67	507	4 شهور	عالية
القطن	18	3.03	544	5 شهور	عالية
الخروع	45	740	333	6 – 8 شهر	متوسطة
دوار الشمس	45	1.47	662	4 شهور	عالية
فول سوداني	45	2.33	1.05	4 شهور	عالية
زيت النخيل	20	13.33	2.67	20 سنة	منخفضة

ويوضح الشكل التالي أن الزيوت النباتية ما زالت هي المادة الخام الأساسية المستخدمة في إنتاج الديزل الحيوي بينما المصادر الأخرى للجيل الثاني من المخلفات النباتية أو مكونات الشحوم ومخلفات مصانع الأسماك والمسالخ ومخلفات زيوت الطعان ما زالت هي الأقل، بما يعني أن إحتياجات الإنسان من زيوت الطعام كغذاء سوف تكون مهددة طوال السنوات العشر القادمة على أقل تقدير.

شكل رقم (61)

المواد الخام المستخدمة في إنتاج الديزل الحيوي حاليا ومستقبلا

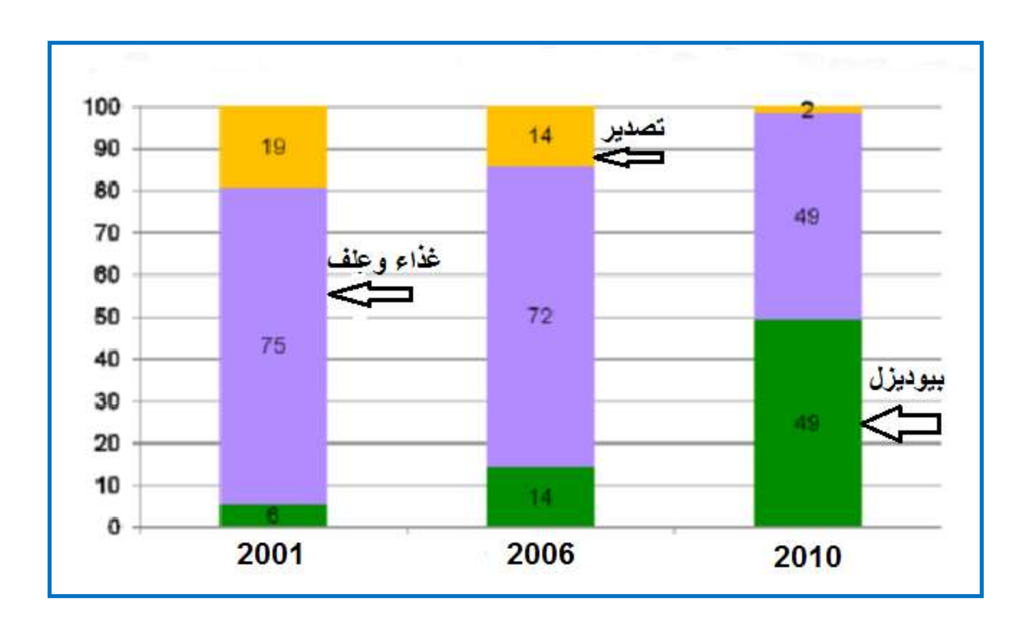


ويوضح المثال التالي مدى تأثير التوسع في حاصلات الوقود الحيوي على وفرة زيوت الطعام في الأسواق الأوروبية. يظهر الشكل التالي أن كمية زيوت الطعام المستخدمة في تصنيع الوقود الحيوي في عام 2001 لن تتجاوز 6٪ من إجمالي إنتاج الزيوت في أوروبا ارتفعت إلى 14٪ في عام 2006 ثم عاودت الارتفاع في عام 2010 ووصلت إلى 49٪. هذا التوسع كان بالطبع على حساب ما يوفر من الزيوت للطعام والأعلاف حيث كان المتوفر من الزيت عام 2001 للطعام والأعلاف الناتجة من عصر زيوت 75٪ من إجمالي إنتاج الزيوت انخفضت إلى 72٪ عام 2006 ثم عاودت الانخفاض في عام 2010 ووصلت إلى 49٪ فقط. التوسع في استخدام الزيوت في أوروبا لتصنيع الوقود الحيوي أنعكس أيضا على الكمية والنسبة المخصصة للتصدير والتي بلغت 19٪ في عام 2001 وانخفضت في عام 2006 إلى 14٪

ثم وصلت إلى ذروة انخفاضها في عام 2010 حيث وصلت إلى 2٪ فقط. هذا الأمر شديد للخطورة للمنطقة العربية والتي تستورد أكثر من 75٪ من احتياجاتها من زيوت الطعام من الخارج وبالنسبة لمصر أيضا والتي تستورد نحو 92٪ من احتياجاتها من زيوت الطعام وبالتالي فإن المتاح من هذه الزيوت للتجارة العالمية أصبحت في أقل نسبة توافر والأمر يهدد إلى قرب اختفائها وبالتالي فإن حتمية التوسع في زراعة حاصلات دوار الشمس وفول الصويا والقطن أصبح لا جدال فيه وخاصة أنها جميعا حاصلات صيفية وقد أثبتت دراسة حديثة لنا أن زراعة مصر لمساحة لا تزيد عن 750 ألف فدانا فقط بدوار الشمس وفول الصويا خلال الموسم الصيفي القليل الزراعات في مصر والتي لا يتنافس فيها إلا الأرز والقطن الذي قارب على الاختفاء من مصر والذرة وبالتالي فهناك وفرة من الأراضي الزراعية اللازمة لهذه الزراعة والتي تحقق الاكتفاء الذاتي من زيوت الطعام تماما في مصر بالإضافة إلى توافر كسبة وكيكة الصويا التي تستخدم في تغذية الحيوان وهي أغلي أسعار كسبة العلف سعرا في البورصات العالمية وتصل إلى 4400 جنيها مصريا للطن في عام 2012، بالإضافة إلى استخدامها في جميع مصنعات اللحوم من لانشون وسجق ونقانق وهوت دوج وما شابه والتي تمثل نحو 50٪ من مكونات تصنيع اللحوم. فإذا ما أضفنها عليها أيضا بذرة القطن الناتجة من زراعة مساحة نصف مليون فدان بمحصول القطن في مصر والتي ينبغي ألا تقل المساحة المزروعة عنها (بلغت 330 ألف فدانا فقط في عام 2012) فإن الأمر يعني توافر كميات كبيرة من زيوت الطعام والصناعة وتصنيع الأدوية ونكون في مأمن من اختفاء زيوت الطعام من الأسواق العالمية. الدول العربية منوط بها أيضا الاستثمار في زراعة هذه الحاصلات في السودان وإثيوبيا وتنزانيا وكينيا وأوغندا وهي تجود زراعتها هناك تماما ويحققون وفرة إنتاجية يمكن أن تسد الفجوة العربية من زيوت الطعام.

شكل رقم (62)

زيادة كميات زيوت الطعام المستخدمة
في تصنيع الوقود الحيوي على حساب الغذاء والتصدير



استخدام الطحالب في إنتاج الوقود الحيوي Algae Biofuel

تصنف الطحالب على أنها نباتات وحيدة الخلية يمكنها أن تنـتج كميـات كبيـرة مـن الزيـوت النباتية الصالحة للاستخدام في إنتاج الديزل الحيوي على نطاق تجاري. وتتواجـد هـذه الأنـواع من الطحالب في مختلف دول العالم ومختلف أنواع المناخ حيـث يمكـن زراعتهـا في الأراضـي المتدهورة والقاحلة أو في المياه المالحة للبـرك والمسـتنقعات والأخـوار أو في مختلـف أنـواع المياه الملوثة وغير الصالحة للاستخدام. ويمكن للطحالب أن تنتج كميات هائلة مـن الزيـوت النباتية تقدر بعدة أضعاف الزيوت الناتجة من وحدة المساحة من المحاصـيل الزيتيـة خاصـة في المناطق الحارة. والبيئة المناسبة لتنمية هذه الطحالب هي تلك التي تحتوي على وفـرة مـن ثـاني أكسيد الكربون اللازم لتمثيلها الغذائي.

وقد استطاع معهد ماسوشوسيت للتكنولوجيا بالولايات المتحدة الأمريكية Massachusetts Institute of Technology (MIT) استنباط أنواع من الطحالب الدقيقة والتي لها القدرة على إنتاج كميات وفيرة من الزيوت وفي نفس الوقت تختزل الكميات المنتجة من بعض الانبعاثات الغازية الضارة بمقدار 80٪ من أكاسيد النتروجين و 30-40٪ من الأكاسيد الكربونية. هذه الأنواع من الطحالب يمكنها أن تنتج كميات من الزيوت حتى 50٪ مثل وزنها، ولكن في الحقيقة ما زالت اقتصاديات إنتاج الزيوت من الطحالب لاستخدامها كمصدر للديزل الحيوي محل الدراسة في الكثير من المراكز البحثية المتخصصة وربما تنتهي هذه الدراسات في السنوات القليلة القادمة.

قادت ألمانيا ثورة كبيرة في إنتاج الديزل الحيوي من الطحال خلال السنوات العشر الماضية وأصبحت الآن هي الأكثر إنتاجا لهذا النوع من الوقود وبالعديد من الطرق.

وعموما تتسم الطحالب Algae بأنها كائنات دقيقة عالية المحتوى من الزيت ويمكن أن يصل في بعضها إلى 80٪، ويمثل فيها من 25 — 50٪ من وزنها الجاف (جدول 26). واختلافا عن غيرها من محاصيل الزيوت تتميز الطحالب بأنها سريعة النمو حتى أنها تتضاعف كل 24 ساعة وهو ما جذب إليها الأنظار في إنتاج الزيوت وقد تصبح هي الهدف الأول في إنتاج الديزل الحيوي في المستقبل.

جدول رقم (33)

نسب الزيوت في بعض أنواع طحالب إنتاج الزيت

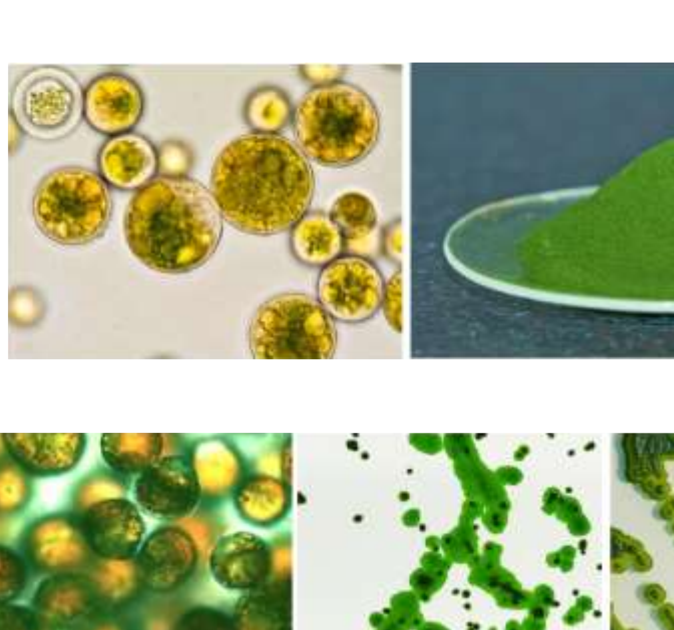
الاسم العلمي	نسبة الزيت (٪ من الوزن الجاف)
Botryococcus braunii	75 — 25
Cylindrotheca	37 — 16
Isochrysis sp.	33 — 25
Nannochloris sp.	35 — 20
Nannochloropsis sp.	68 — 31
Neochloris oleoabundans	54 — 35
Nitzchia sp.	47 — 45
Schizochy trium sp.	77 – 50

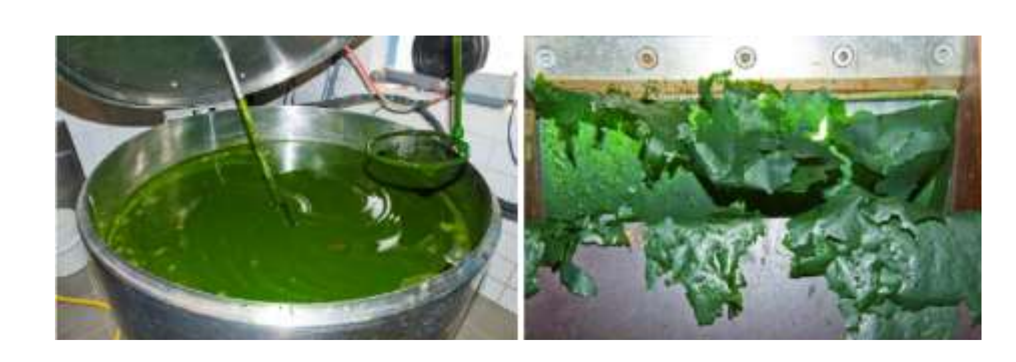
المصدر: Chisti, 2007.

ومن مميزات الطحالب أيضا قدرتها على إنتاج الميثان والديزل الحيوي والهيدروجين الحيوي. ويتم حاليا وعلى نطاق واسع استخدام الأحواض الكبيرة في تنمية الطحالب لإنتاج الديزل الحيوي سواء ذات الشكل البيضاوي أو الأحواض السطحية أو داخل الأنابيب الزجاجية الشفافة في نظام مغلق والتي تسمح بنفاذ كامل للضوء والتي تعتمد عليه الطحالب في عملية التمثيل الضوئي وإنتاج الزيت كما توضح الأشكال التالية.

شكل رقم (63)

شكل أنواع الطحالب والصورة الجافة والمركزة لها





شكل رقم (64)

أحواض تنمية الطحالب المفتوحة أو داخل الأنابيب الزجاجية الشفافة الأفقية







وتعتمد الطحالب في نموها على الضوء ومنه تنجز عملية التمثيل الضوئي ثم الماء كما تحتاج إلى كميات كبيرة من غاز ثاني أكسيد الكربون وبعض الأملاح المعدنية غير العضوية ودرجة حرارة ثابتة بين 20 – 30 درجة مئوية فقط. وعادة فإن كل 100 طن متري من الطحالب يمكنها تثبت وامتصاص بل وتحتاج إلى 183 طن متري من غاز ثاني أكسيد الكربون ينبغي أن تتوفر في النظام الخاص بنمو الطحالب حيث لا تمتصها الطحالب من الجو وينبغي أن تتوفر صناعيا. أحد مصادر ثاني أكسيد الكربون اللازم لنمو وحياة الطحالب قد يكون مولدات الطاقة وموتورات التشغيل في المصانع بما يعمل على تقليل التلوث في الجو الناجم عن الانبعاثات الكربونية للمصانع بالإضافة إلى الفائدة الأخرى والخاصة بتوفير غاز ثاني أكسيد الكربون اللازم لنمو الطحالب وإنتاج الديزل الحيوي بدون أعباء ولا تكاليف على الإنتاج.

ويعد إنتاج الديزل الحيوي من الطحالب الدقيقة Micro Algae أعلى تكلفة من إنتاجه من غيرها من الوسائل التقليدية للجيل الأول. عادة ما يتكلف إنتاج الكيلوجرام من الطحالب نحو 2.95 دولار أمريكي، بالإضافة إلى 3.8 دولار لأحواض النمو لكل كيلوجرام من الطحالب وذلك بفرض الحصول على غاز ثاني أكسيد الكربون مجانا من المصانع المجاورة. لكن إذا تم الإنتاج على نطاق كبير ليصل إلى 10000 عشرة آلاف طن متري فإن تكلفة الكيلوجرام لإنتاج الطحالب تنخفض إلى 0.47 دولارا وتنخفض أيضا للأحواض إلى 0.6 دولارا، وبهذه التكلفة فإن إنتاج اللتر الواحد من الديزل الحيوي يتكلف نحو 2.8 دولار في حالة الإنتاجية المنخفضة التكاليف والنطاقات التجارية الكبيرة.

العلماء في الولايات المتحدة ألأمريكية يراهنون على المساحة الصغيرة التي تحتلها الطحالب لإنتاج كم كبير من الديزل الحيوي حيث أشاروا إلا أن 3٪ فقط من المساحة المحصولية الحالية سوف تكون كافية تماما لتنمية الطحالب اللازمة لإنتاج 50٪ من احتياجات الولايات المتحدة من الوقود اللازم للنقل والمواصلات والشاحنات بمختلف أنواعها. هذه المساحة تقل كثيرا من مثيلاتها لخاصة من زراعات المحاصيل الزيتية التي يمكنها أن تنتج نفس الكمية من الديزل الحيوي.

ويوضح الجدول التالي محصول بعض الحاصلات الزيتية من نفس المساحة مقارنة بإنتاج الطحالب من محصول الزيت اللازم لتصنيع الديزل الحيوي.

جدول رقم (34)

مقارنة ببين محصول الزيت من الطحالب
والمحاصيل الحقلية لنفس وحدة المساحة

المصدر	محصول الزيت (جالون/إيكر)
الذرة	18
القطن	35
فول الصويا	48
بذور المستردة	61
دوار الشمس	102
بذور اللفت	127
جاتروفا	202
زيت النخيل	635
الطحالب	1267

ومن هذا المجال تم وضع الجدول التالي لمقارنة إنتاج الطحالب من الزيت مع مثيله المنـتج من فول الصويا.

جدول رقم (35)

مقارنة بين إنتاج فول الصويا والطحالب من الزيت اللازم لإنتاج الوقود الحيوي

الوحدة	صويا	طحالب
جالون/سنة	3 بليون	3 بليون
المحصول جالون/ إيكر	48	1267
المساحة المطلوبة	62.5 مليون إيكر	2.4 مليون إيكر
المياة	غير مقدرة	6 تريليون جالون/ سنة
ثاني أكسيد الكربون المستهلك	غير مقدر	79 مليون طن/ سنة

- إجمالي مياه الري في أمريكا 50 تريليون جالون/ سنة
- 1 جيجا طن من ثاني أكسيد الكربون يمكن أن تنتج 40 بليون جالون زيت طحالب
- الانبعاثات الكربونية الكلية للعالم 32 جيجا طن من CO_2 يمتص منها 17 بالنباتات والغابات والثليج والمياه المالحة للبحار والمحيطات ويتبقى في الجو 15 جيجا طن.

إنتاج الطحالب لا يقتصر على الديزل الحيوي ولكن هناك بعض الأنواع التي يمكنها إنتاج الإيثانول الحيوي ويوضح الجدول التالي إنتاج الطحالب من الإيثانول مقارنة بمحصول عدد من المحاصيل السكرية.

جدول (36)

مقارنة إنتاج الطحالب من الإيثانول مع مثيلاته المنتج من المحاصيل السكرية

المحصول	الإنتاجية	الطاقة
قصب السكر	35 طن/ إيكر 700 جالون/ إيكر سكر 1440 جالون/ إيكر باجاس	GJ62 إيثانول GJ 191 سكر وباجاس
الذرة	8 طن/ إيكر 405 جالون إيكر حبوب 420 جالون/ إيكر مخلفات	GJ 36 إيثانول GJ 72 حبوب وحطب
طحالب (1)	32 طن/ إيكر 20 جم/ م²/ يوم – 15٪ 1267 جالون/ إيكر	GJ 162/ إيكر
طحالب (2)	49 طن/ إيكر 30 جم/ م²/ يوم 1899 جالون إيكر	GJ 242/ إيكر
طحالب (3)	49 طن/ إيكر 30 جم/ م²/ يوم 3799 جالون إيكر	GJ 486/ إيكر

المصدر: Bioenergy Trade, 2011

ويوضح الجدول التالي الفارق بين تربية الطحالب في الأحواض المفتوحة لإنتاج البيـوديزل وبين نظام الأنابيب الشفافة.

جدول رقم (37)

مقارنة بين نظام الأحواض المفتوحة والأنابيب المغلقة في طحالب الديزل الحيوي

الأحواض المفتوحة	الأنابيب الشفافة
إنتاج عالي	إنتاج منخفض
تركيز عالي من الطحالب المنتجة	تركيز منخفض من الطحالب
يمكن الحفاظ على بيئة النمو نظيفة	عرضة للتلوث بالبكتريا والطحالب الشرسة
تشغل مساحة صغيرة لإنتاج كبير	تشغل مساحة أكبر
تجهيزات أكبر وتكلفة عالية	تجهيزات أقل وتكلفة منخفضة

بُدء استخدام الطحالب في إنتاج الديزل الحيوي في عام 2001 بمصنع واحد فقـط في ألمانيـا وعلى نطاق تجريبي ثم بدأ في الزيادة والانتشـار سـريعا خاصـة في الولايـات المتحـدة وألمانيـا وبعض دول غرب أوروبا إلى أن وضل إلى 250 مصـنعا منتجـا للـديزل الحيـوي في العـالم كمـا يوضح الجدول التالي.

جدول رقم (38)

تطور عدد المصانع التي تنتج الديزل الحيوي من الطحالب

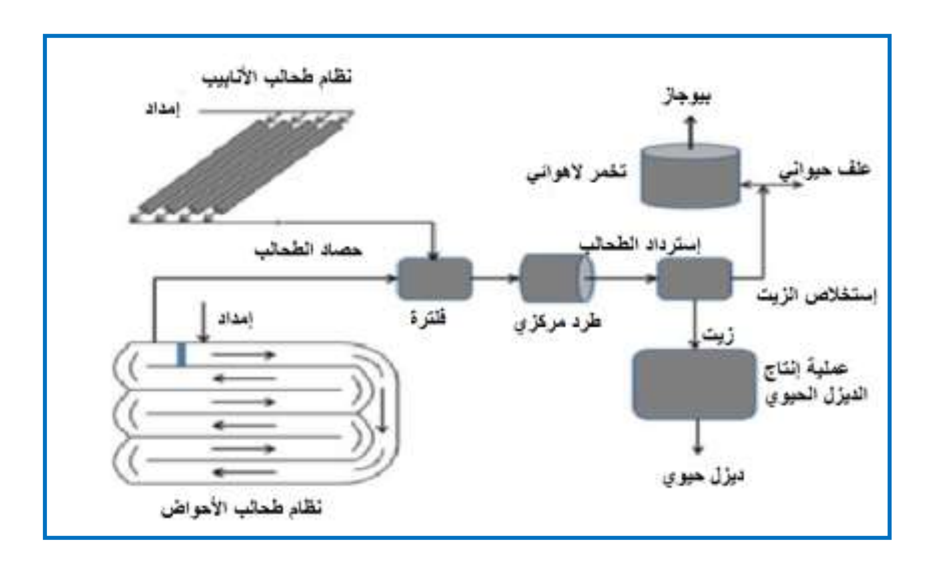
السنة	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
الشركات	1	2	4	5	10	15	25	50	150	200	250

المصدر: Oilgae estimate, 2012

ويوضح الشكل التالي خطوات إنتاج الديزل الحيوي من الطحالب وبعض المنتجات الثانوية

شكل رقم (65)

خطوات إنتاج الديزل الحيوي وبعض المنتجات الثانوية من الطحالب



الإنتاج العالمي من الديزل الحيوي

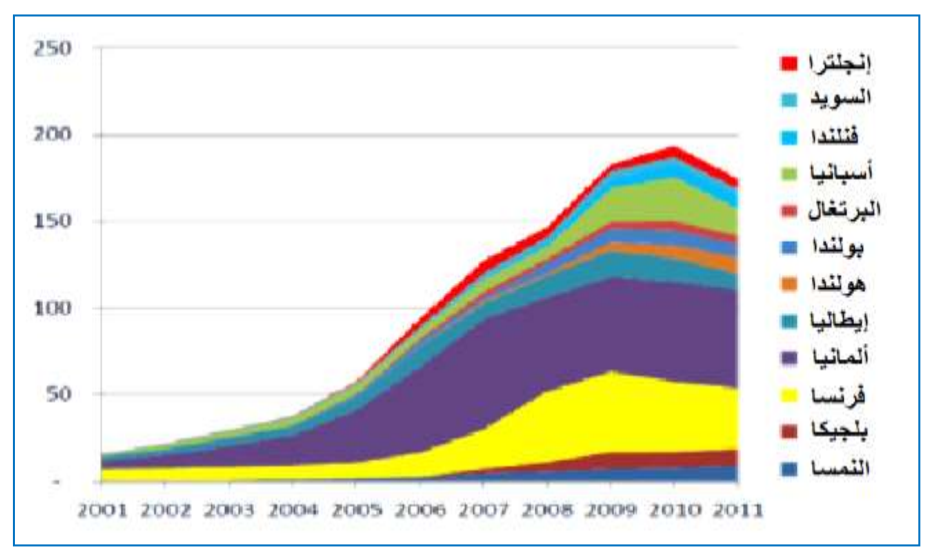
بلغ الإنتاج العالمي من الديزل الحيوي في عام 2006 حوالي 6 بليون لتر ارتفعت إلى 6.5 بليون لتر عام 2007، واستأثرت دول الاتحاد الأوروبي على نسبة 75٪ من هذا الإنتاج بمعدل حوالي 4 مليون طن ارتفعت إلى 4.72 مليون طن عام 2007، أنتج معظمها من زيت بذور نبات الفت Rapeseed والقليل منها من بذور نبات عباد الشمس. تتقدم ألمانيا دول أوروبا في إنتاج الديزل الحيوي بمعدل 3.8 مليون طن (حوالي 2.5 بليون لتر) ارتفعت بنسبة 40٪ في عام 2007 حيث بلغت 5.4 مليون طن. تأتي الولايات المتحدة في المركز الثاني بمعدل 1.8 مليون طن عام 2007، بعد أن كانت 1.3 مليون طن فقط عام 2006.

وتنتج فرنسا وإيطاليا البيوديزل ولكن هناك انطلاقة كبيرة لدول جنوب شرق آسيا وخاصة ماليزيا والصين وتايلاند وأندونيسيا مصاحبة لزيادة كبيرة مماثلة في إنتاج البرازيل وكولومبيا.

وهناك أيضا انطلاقة كبيرة لإنتاج الوقود الحيوي في غرب القارة الأفريقية بدعم مالي هندي بقيمة 250 مليون دولار ودعم فني من البرازيل لخمسة عشرة دولة تحت شعار العودة للزراعة منها السنغال وبنين ونيجريا ومالي وغانا والكاميرون إضافة إلى سبق جنوب أفريقيا في دخول هذا المعترك. والجديد في دول القارة الأفريقية أن إنتاج الديزل الحيوي سوف يعتمد لأول مرة في بعض الدول مثل السنغال على بذور أشجار الخروع كمصدر زيتي مهمل في الماضي ولكنه سيصبح ذا شأن كبير في إنتاج الديزل الحيوي مستقبلا.

شكل رقم (66)

تطور إنتاج الديزل الحيوي حتى عام 2011 بالألف برميل/ يوم



* بالترتيب من أعلى إلى أسفل كما في دليل الشكل

تغير الوضع كثيرا خلال الفترة من 2007 وحتى 2011 حيث أرتفع الإنتاج العالمي بشدة ووصل إلى 21.4 بليون لتر مقابل 6.5 بليون لتر فقط عام 2007 بمعني إن الإنتاج العالمي للبيوديزل تضاعف ثلاث مرات خلال أربع سنوات فقط، وأرتفع إنتاج دول الإتحاد الأوروبي ووصل إلى 9.2 بليون لتر مقابل 4.7 بليون لتر فقط عام 2007 وبالتالي يكون الإنتاج قد تضاعف لنحو الضعف خلال العامين الأخيرين. وبالمثل أيضا تضاعف إنتاج الولايات المتحدة ألأمريكية إلى الضعف خلال السنوات الأربع الأخيرة فقط حيث وصل إلى 3.2 بليون لتر مقابل 1.8 بليون لتر عام 2007. الزيادة الأكبر حدثت نتيجة لدخول دول جديدة وبقوة خاصة دول جنوب وجنوب شرق آسيا ومعها دول غرب أفريقيا ومعها دول حوض النيل العشر بالإضافة إلى جنوب أفريقيا. ويظهر الجدول التالي إنتاج أهم أكبر خمس عشر دولة من الديزل الحيوي عام 2011.

جدول رقم (39)

إنتاج الديزل الحيوي في أكبر خمس عشر دولة منتجة حتى نهاية 2011

م	الدولة	حجم الإنتاج (بليون لتر)
1	الولايات المتحدة الأمريكية	3.2
2	البرازيل	2.7
3	ألمانيا	3.2
4	الأرجنتين	2.8
5	فرنسا	1.6
6	الصين	0.2
7	كندا	0.2
8	إندونيسيا	1.4
9	أسبانيا	0.7
10	تايلاند	0.6
11	بلجيكا	0.4

12	هولندا	0.4
13	إيطاليا	0.6
14	كولومبيا	0.3
15	النمسا	0.4
إجمالي العالم		21.4
إجمالي الإتحاد الأوروبي		9.2

المصدر: REN 21; 2012; Renewable 2012, Global Status Report; Paris.

جدول رقم (40)

شركات إنتاج الديزل الحيوي في دول الإتحاد الأوروبي

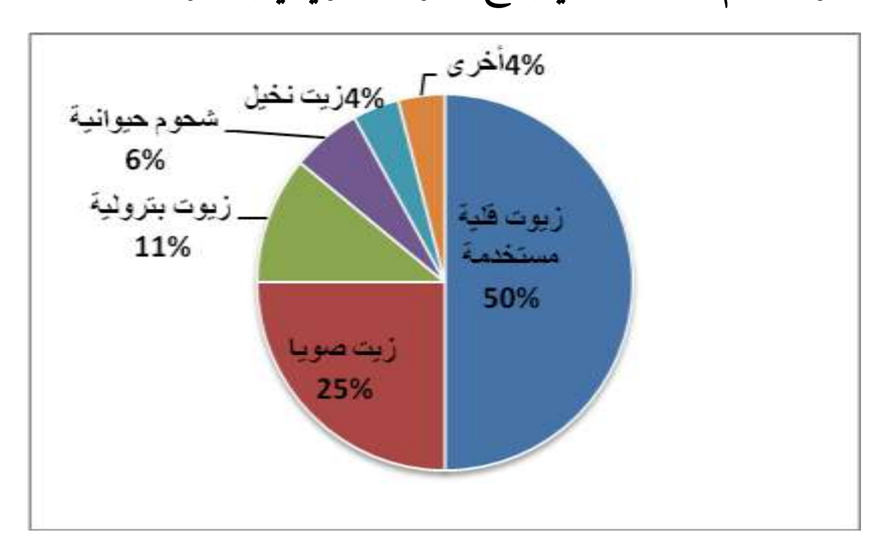
الشركة	الدولة	عدد المصانع	سعة الإنتاج (طن)
Dlster industries international	فرنسا	فرنسا (7)– ألمانيا (2)– إيطاليا (2)– النمسا (1)– بلجيكا (1)	3.000.000
Neste oil	فنلندا	فنلندا (2) – هولندا (1)	1.180.000
ADM Biodiesel	ألمانيا	ألمانيا (3)	875.000
Infinita	أسبانيا	أسبانيا (2)	900.000
Natura/Blocarburantes	أسبانيا	أسبانيا (3)	855.000
Blopertral industries	سويسرا	ألمانيا (2) – هولندا (1)	850.000
Mareglla Group	إيطاليا	إيطاليا (2)	560.000
Entaban/Eolla/NMAS	أسبانيا	أسبانيا (3)	500.000
Verbio AG	ألمانيا	ألمانيا (2)	450.000
Cargill/Agravis	ألمانيا	ألمانيا (2)	370.000
Acclona Energla	أسبانيا	أسبانيا (2)	283.000

تجربة رائدة في إنجلترا

بدأت بريطانيا تجربة رائدة في السنوات العشر الأخيرة وهي تصنيع الديزل الحيوي من مخلفات زيوت القلية المستخدمة في المنازل والمطاعم والفنادق وما أكثرها للاستفادة بها اقتصاديا ولإنقاذ شبكة الصرف الصحي التي عادة ما يتم التخلص من هذه الزيوت بإلقائها فيها وتتسبب برودة الجو في تشحم وترسب بعض هذه الزيوت في الشبكة مسببة مشكلات في الصيانة وإعادة إذابتها. جمع هذه المخلفات من الفنادق والمطاعم والمنازل مقابل مبالغ نقدية بسيطة ساعدت على حرص الجميع على الاحتفاظ بهذه الزيوت لحين مرور مندوبي الشركات لتجميعها وبالتالي أصبح الفاقد من زيوت القلية ذات عائد اقتصادي لمستخدميها وأيضا للاقتصاد الإنجليزي من خلال استخدام كم مهمل في إنتاج ديزل حيوي ذو عائد اقتصادي. ويبين الشكل التالي أن الديزل الحيوي المصنع من مخلفات زيوت القلية في إنجلترا بات يمثل 50٪ من إنتاجها من الديزل الحيوي.

شكل رقم (67)

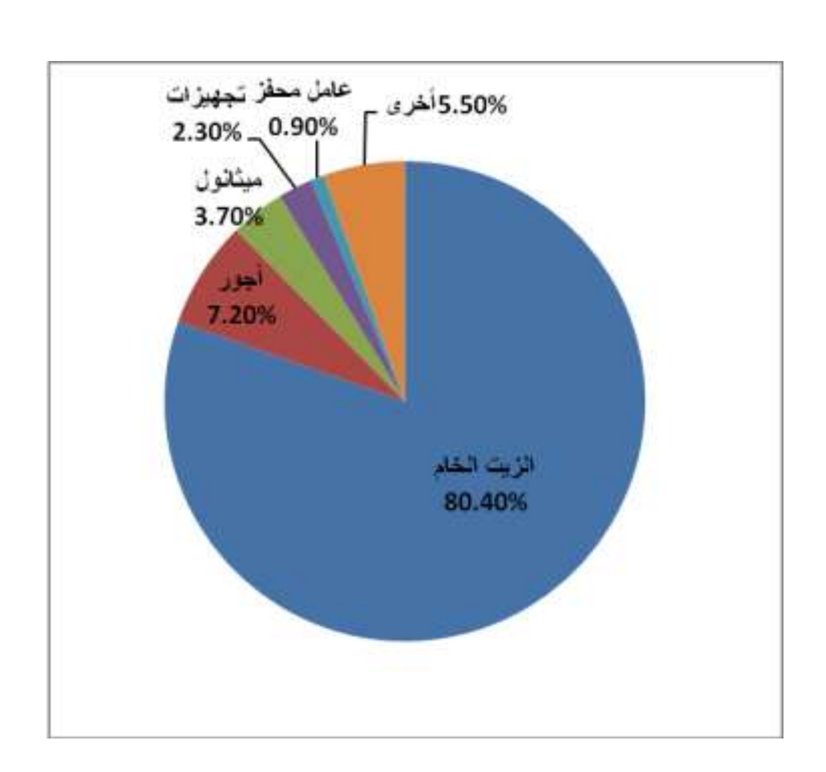
المواد الخام المستخدمة في إنتاج الديزل الحيوي في إنجلترا



وبشكل عام فإن المادة الزيتية الخام المستخدمة في تصنيع الديزل الحيوي تستنزف نحو 80.4٪ من تكاليف الإنتاج تليها الأجور والمرتبات بنسبة 7.2٪ ثم الكحول المستخدم وعادة ما يكون كحول الميثيل وهو سام جدا وهذا ما يؤخذ على خطورة تصنيع الديزل الحيوي واحتمال تلوثه للمجاري المائية المجاورة أو للإنسان، وهو يمثل 3.7 من تكاليف الإنتاج أما العامل المحفز الذي يساعد على إتمام التفاعل والذي يسترد الجزء الأكبر منه في نهاية الإنتاج فإنه لا يستنزف ألا أقل من 1٪ فقط من تكاليف الإنتاج. ويوضح الشكل التالي مفردات تكاليف إنتاج الديزل الحيوي.

شكل رقم (68)

مفردات تكاليف إنتاج الديزل الحيوي



بعض الملاحظات على إنتاج الديزل الحيوي في المناطق الباردة:

كما سبق ذكره فإن جميع المحاصيل الزيتية بكافة أنواعها يمكن أن تستخدم في إنتاج الديزل الحيوي بالإضافة إلى استخدام الدهون الحيوانية والبحرية ومعها أيضا مخلفات زيوت القلية في المطاعم الكبرى والفنادق في المدن والقرى بعد استنزافها وعدم صلاحيتها للمزيد من الاستخدام.

ولكن نتيجة لزيادة كثافة لزوجة الزيوت في المنطق الباردة والمعتدلة Temperate climate فإن استخدام جميع أنواع الزيوت السابقة قد لا يكون مناسبا للعمل المباشر أو الفوري على موتورات الديزل العادية ولابد من إجراء تعديلات محددة على هذه الموتورات ومنها وجود التسخين المسبق pre-heating قبل تشغيل الموتور على الديزل الحيوي خاصة الموتورات الحديثة للديزل التي تستخدم الإشعال الالكتروني بدلا من النظام القديم للتسخين المسبق قبل إشعال الموتور. وهناك تجارب تجرى حاليا لخلط الديزل الحيوي مع الديزل البترولي لمحاولة التغلب على هذه المشكلة.

تكاليف إنتاج الديزل الحيوي

على مستوى الإنتاج التجاري والتوسع في إنتاج الديزل الحيوي انخفضت التكاليف كثيرا وأثبتت جدوتها الاقتصادية وتنافسيتها مع الديزل البترولي حيث لا يتكلف إنتاج اللتر من الديزل الحيوي أكثر من 0.57 دولار أو نحو 2.167 دولارا للجالون وهو ما يتساوي بالتقريب وربما يقل عن تكاليف إنتاج الديزل البترولي ولكنه يتفوق عليه في ارتفاع طاقته وارتفاع رقم السيتان. ويوضح الجدول التالي مفردات إنتاج الديزل الحيوي.

جدول رقم (41)

متوسط مفردات تكاليف إنتاج الوقود الحيوي عام 2011

مصدر التكاليف	دولار/جالون	دولار/لتر	٪ من تكلفة الإنتاج
الزيت الخام	1.748	0.46	80.6
كيماويات	0.237	0.062	11
طاقة	0.026	0.007	1.2
عمالة	0.026	0.007	1.2
إهلاكات	0.066	0.017	3
صيانة وتسويق	0.064	0.017	3
تكلفة إجمالية	2.167	0.57	----

المصدر: Iowa State University Data, 2010.

مستقبل إنتاج الوقود الحيوي في معامل التكرير الحيوية Biorefinery Concept

كما يتم حاليا إنتاج الوقود البترولي من معامل (أو مصانع) التكرير فإن الاستدامة المستقبلية لإنتاج الوقود الحيوي ستكون أيضا من خلال معامل التكرير الحيوي للاستفادة من كل الإيثانول والديزل الحيويين إلى جانب العديد من المنتجات الثانوية التي تفرز أثناء هذا الإنتاج بما يزيد من اقتصاديات إنتاج الوقود الحيوي نتيجة للاستفادة من المنتجات الثانوية بجانب الوقود كمنتج رئيسي. هذا الأمر قد يؤدي إلى زيادة اقتصاديات إنتاج الوقود الحيوي خاصة من المخلفات النباتية التي ما زالت مرتفعة التكاليف بشكل غير اقتصادي كما أنه من المأمول أن يتم استخدام بعض هذه النواتج الثانوية كمصدر للوقود اللازم للتحلل الحراري للسليولوز ولهضم المخلفات الزراعية.

ويمكن القول أن مستقبل إنتاج الوقود الحيوي من المخلفات الزراعية بدلا من إنتاجه من الحاصلات الغذائية الزراعية سوف يتحدد خلال فترة تقدر بين 8 و 15 عاما القادمة حيث من المفترض الانتهاء من تجارب الإنتاج المعملية أو الحقلية على نطاق بحثي وبالتالي تحديد ما إذا كان من الممكن انطلاق هذه التقنيات على نطاق تجاري من عدمه. وللحقيقة فإن استخراج الوقود الحيوي بشقيه الإيثانول أو الديزل والمستخرجان من المخلفات الزراعية سوف يظل أعلى تكلفة من مثيله المستخرج من الحاصلات الزراعية والغذاء ولفترات طويلة، وأن ارتفاع أسعار البترول مستقبلا ثم الدعم الحكومي واستثمارات القطاع الخاص الاستثماري في الدخول في معترك إنتاج الوقود الحيوي ونطاق الإنتاج على مستويات أكبر هي التي ستحدد الأسعار المستقبلية واقتصاديات إنتاج الوقود الحيوي من المخلفات الزراعية.

إنتاج الهيدروجين الحيوي

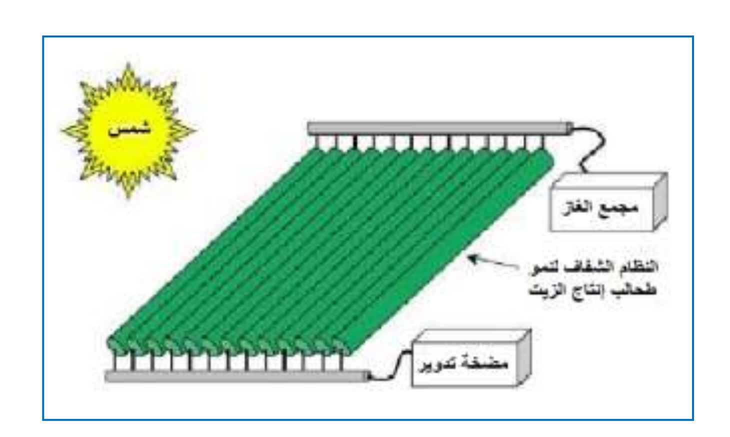
يمكن إنتاج الهيدروجين الحيوي من المادة العضوية الحية والذي يمكن اعتباره أنه الخطوة الأولى فعليا في إنتاج البيوجاز. وحقيقة أن الهيدروجين الحيوي يعد الأكفأ في الاستخدام كوقود من البيوجاز. ويمكن الحصول أيضا على الهيدروجين الحيوي من خلال عملية التمثيل الضوئي لطحالب وبعض ميكروبات المياه سواء العذبة أو نصف المالحة أو المالحة وباستخدام الضوء والطاقة الشمسية الطبيعية اللازمين لعملية التمثيل الضوئي ويطلق عليه «هيدروجين الضوء Light Bio-hydrogen». وبالمثل أيضا ينتج الهيدروجين الحيوي أثناء تخمر المواد السكرية والنشوية واللجنوسيليولوز لإنتاج البيوإيثانول وغيرها من الوقود الحيوي ويسمي «هيدروجين الظلام Dark Bio-hydrogen»

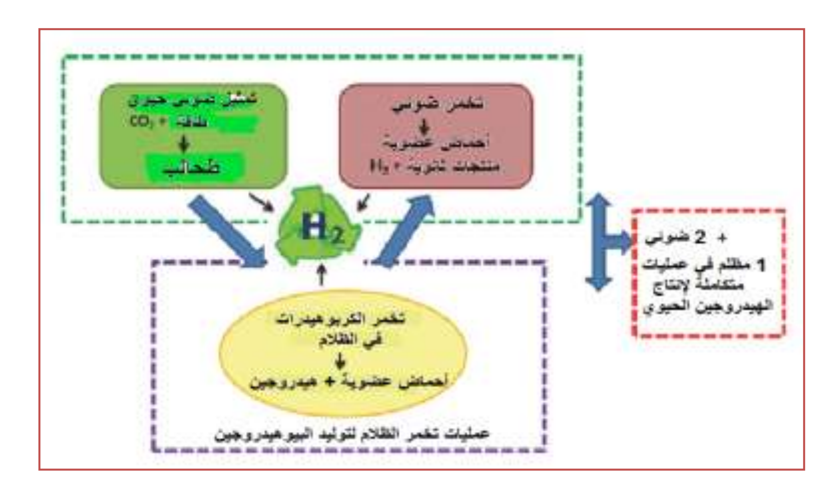
إنتاج الهيدروجين الحيوي ما زال حتى اليوم غير اقتصادي في تكاليفه شأنه شأن البيوجاز ولكن ما زال الأمل قائما في البحث عن سبل أكثر اقتصادية في الإنتاج ومعها أيضا تطوير للخلايا التي تستخدم الهيدروجين كوقود حيوي.

وتبين الأشكال التالية أهم طرق إنتاج الهيدروجين الحيوي.

شكل (69)

إنتاج الهيدروجين الحيوي من الطحالب
ومن تخمر السكريات والنشويات لإنتاج البيوديزل







الوقود الحيوي وأجياله الجديدة

الباب الخامس

الاستثمار والتجارة العالمية للوقود الحيوي

منذ الإعلان عن اتفاقية كيوتو والخوف من تغيرات المناخ ثم التوقع بنضوب الجزء الأكبر من البترول بحلول عام 2050 أو ارتفاع أسعاره بشده وبالتالي وجوب العمل لعصر ما بعد البترول خاصة مع التوسع الصناعي والتقني العالمي وبالتالي الحاجة إلى مزيد من مصادر الطاقة – اتجه العالم خلال السنوات العشر الماضية إلى الطاقة النظيفة. تشمل الطاقات النظيفة الكهرباء المستخرجة من الشمس والرياح والمساقط المائية وطاقة جوف الأرض والقليل من المصادر الأخرى وجميعها قاصرة على إنتاج الكهرباء دون الوقود السائل اللازم لجميع وسائل النقل والمواصلات البري والجوي والبحري وبالتالي كانت الحاجة ماسة إلى التحول إلى الوقود الحيوي بشقيه الإيثانول والديزل الحيوي. وعموما يشكل الاستثمار في الطاقة أحد أهم الاستثمارات العالمية سواء في الطاقة التقليدية للبترول ومنتجاته أو الفحم أو للطاقات الجديدة والمتجددة السابقة. ويوضح الجدول التالي الاستثمارات الفعلية التي تتوقعها المنظمة العالمية للطاقة حتى عام 2035 في مختلف منتجات الطاقة.

جدول رقم (42)

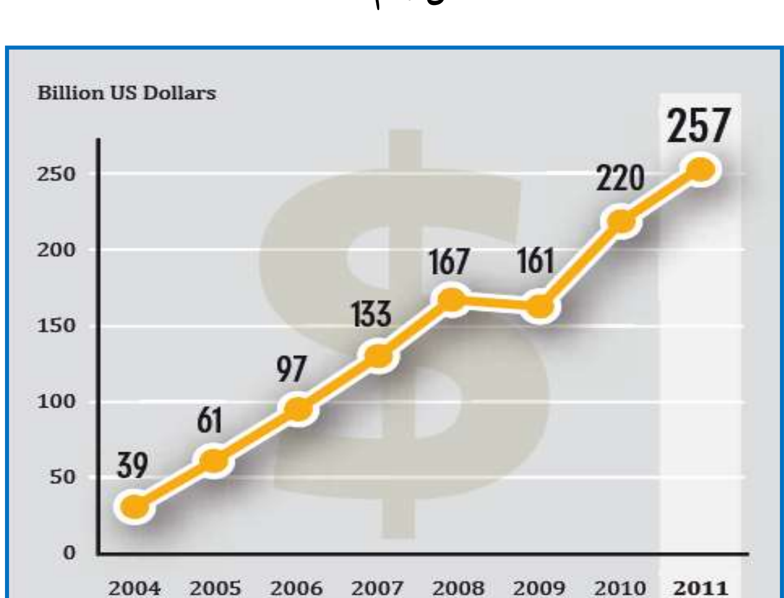
الاستثمارات في مجالات الطاقة التقليدية والجديدة حتى عام 2030.

الطاقة	الطاقة الكلية مليون طن مكافئ للبترول		معدل النمو٪	نسبة من الطاقة الكلية ٪	
	2008	2035	2035 – 08	2008	2035
الفحم	3315	5281	1.7	27.0	29.3
البترول	4059	5026	0.8	33.1	27.8
الغاز	2596	4039	1.7	21.2	22.4
نووي	7120	1081	1.6	5.8	6.0
مائي	2760	4390	1.7	2.2	2.4
وقود حيوي	1225	1715	1.3	10.0	9.5
أخرى	8900	4680	6.3	0.7	2.6
إجمالي	12271	18048	1.4	100.0	100.0

المصدر: IEA 2010

ثم نشر التقرير العالمي للطاقة في 2012 (شكل رقم 70) وأوضح أن الاستثمارات التـي أنفقـت فعلا في استثمارات الطاقة الجديدة قد ارتفعت من 39 مليار دولار عام 2004 إلى 257 مليار دولار عام 2011 أي تضاعفت بنحو سبعة أضعاف وخلال سبع سـنوات فقـط بمـا يعـد قفـزة هائلـة في معدلات الاستثمارات أكثر من أي مجال أخر وذلك استجابة لمؤتمر الطاقة العالمي الذي عقد عام 2010 تحت عنوان «مستقبل أمن الطاقة عام 2050 World Energy Security in 2050».

شكل رقم (70)



المصدر: REN 21; 2012; Renewable 2012, Global Status Report; Paris.

من هذه الاستثمارات أوضح التقرير السنوي للهيئة Clean Edge عـام 2011 (جـدول رقـم 43) أن حجم أسواق الوقود الحيوي سجل 15.7 مليار دولارا عـام 2005 ارتفعـت إلى 34.8 مليار عام 2008 ثم وصلت إلى 56.4 مليار دولار بنهاية عام 2010 وأشـار التقريـر الصـادر في منتصف عام 2012 أنها تجاوزت 65 مليار دولارا بما يعكس الاهتمـام الكبيـر بزيـادة الإنتـاج العالمي من الوقود الحيوي سواء من الجيل الأول أو الثاني والطحالب.

جدول رقم (43)

حجم أسواق مختلف صنوف الطاقات النظيفة من 2000 إلى 2010 (مليار دولار)

السنة	شمسية	رياح	وقود حيوي
2000	2.5	4.0	---
2001	3.0	4.6	---
2002	3.5	5.5	----
2003	4.7	7.5	----
2004	7.2	8.0	----
2005	11.2	11.8	15.7
2006	15.6	17.9	20.5
2007	20.3	30.1	25.4
2008	29.6	51.4	34.8
2009	36.1	63.5	44.9
2010	71.2	60.5	56.4

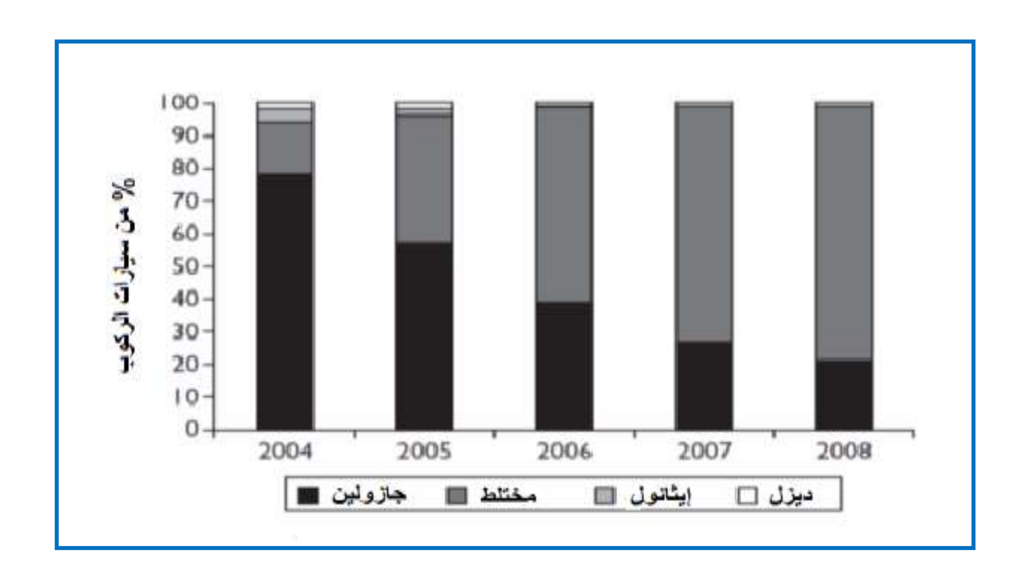
المصدر: Clean Edge Inc. 2011.

أسباب زيادة الطلب على الوقود الحيوي

بعد الطفرة الكبيرة التي حققتها البرازيل في انطلاق إنتاج الوقود الحيوي في العالم خاصة بعد بداية الألفية الجديدة تمكنت البرازيل من تحويل موتورات السيارات خاصة السيارات الخاصة (الملاكي) التي تعمل بالبنزين لكي تعمل الإيثانول فقط أو بالوقود المختلط (بنزين – إيثانول). الديزل الحيوي يمثل الوقود الأكثر استخداما في سيارات نقل الركاب والشاحنات والسفن والتي تتحكم في الكثير من الأمور الاقتصادية خاصة أسعار الغذاء ونقل الحاصلات الزراعية من الحقول إلى الأسواق ثم صادراتها إلى الخارج وبالتالي فهي المتحكم في النقل البري والبحري ويساعدها كثيرا أن طاقة الديزل الحيوي مماثل تماما وربما أفضل كثيرا من طاقة الديزل البترولي. ولأن البرازيل هي القدوة في التحول إلى استخدام الوقود الحيوي، فإن الشكل التالي يوضح أن سيارات نقل الركاب والخاصة التي تعمل البنزين (الجازولين) كانت تمثل نحو 80٪ من إجمالي سيارات الركوب في البرازيل عام 2004، انخفضت إلى 40٪ عام 2006 ثم عادوت الانخفاض حتى وصلت إلى أقل من 20٪ عام 2008. وبنفس هذه النسبة ولكن بشكل معكوس سار وقود الجازولين – الإيثانول حيث أرتفع من 20٪ عام 2004 إلى نحو 80٪ عام 2008 وبما يوضح أيضا وفرة إنتاج الإيثانول الحيوي في البرازيل.

شكل رقم (71)

التحول إلى استخدام الوقود المختلط
إيثانول- جازولين في سيارات الركوب في البرازيل

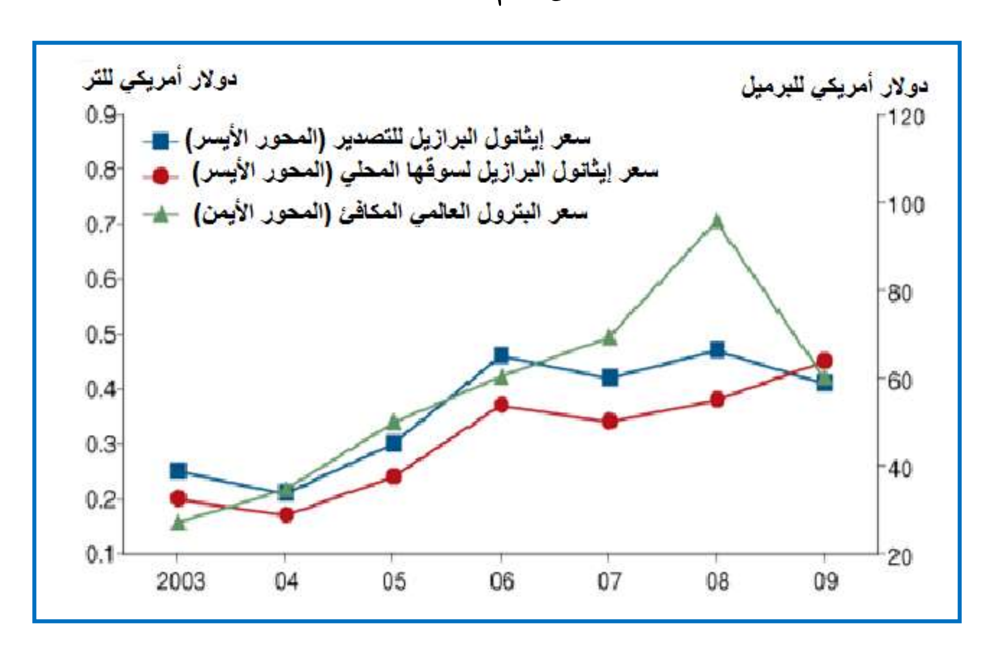


المصدر: تعريب لبيانات عن IEA 2011.

ومن الأسباب الأخرى أيضا للتوسع في إنتاج الوقود الحيوي بمختلف أجياله أن التقلبات في أسعاره أقل كثيرا من التقلبات في أسعار الوقود البترولي نتيجة لثبات التكاليف وعدم وجود تكاليف للحفر وآلاته الضخمة القادرة على الوصول لأعماق كبيرة أو مخصصات للدول المنتجة من الشركات العالمية للاستغلال حيث الإنتاج هنا محلي أي داخلي دون حقوق امتيازات أو حفر واستغلال مكلفة وبالتالي تكون السلع والمنتجات الزراعية دائما أميل للثبات في الأسعار عن المنتجات البترولية خاصة وأن التعاقد بين الشركات على أسعار استلام المحصول يتم لسنة كاملة وربما لعدة سنوات قادمة بالإضافة إلى قدرة الشركات العالمية على تملك أو إيجار لمساحات زراعية كبيرة سواء داخل دولها أو في دول الوفرة الزراعية من المياه والتربة في مختلف قارات العالم.

الشكل التالي يظهر أن التقلبات في أسعار الإيثانول المصدر من البرازيل أقل كثيرا من التقلبات في أسعار الوقود البترولي بسبب ثبات أسعار إنتاجه وأن الفرق بين أسعار إيثانول التصدير وإيثانول السوق المحلي في البرازيل ليس بالكبير ولكن الفرق بين أسعار تصدير الإيثانول والبترول كبير خاصة في أزمات ارتفاع أسعار الوقود.

شكل رقم (72)

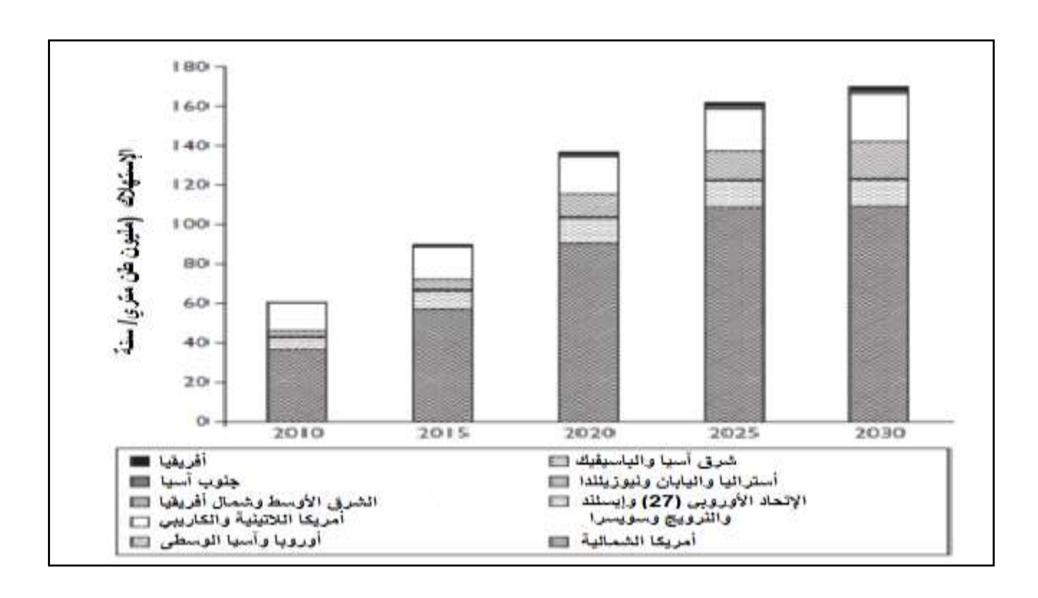


المصدر: Brazilian's National Petroleum 2011.

التحول الكبير الذي استحدثته وأدخلته البرازيل على تعديل موتورات السيارات وبتكلفة قليلة للغاية لاستخدام الوقود المختلط للجاولين والإيثانول معا أو للإيثانول منفردا أدى إلى تفعيل الدراسات المستقبلية لتقديرات الاحتياجات الفعلية من مختلف قارات العالم من الوقود الحيوي بشقيه للإيثانول والديزل طبقا لخطة الإحلال المزمع السير قدما فيها للاستغناء أو التقليل من استخدام الوقود البترولي خاصة في وسائل النقل والمواصلات. ويوضح الشكلان التاليان التوقعات المستقبلية للتوسع في استخدام كل من الإيثانول والديزل الحيويان في قارات العالم حتى عام 2030.

شكل رقم (73)

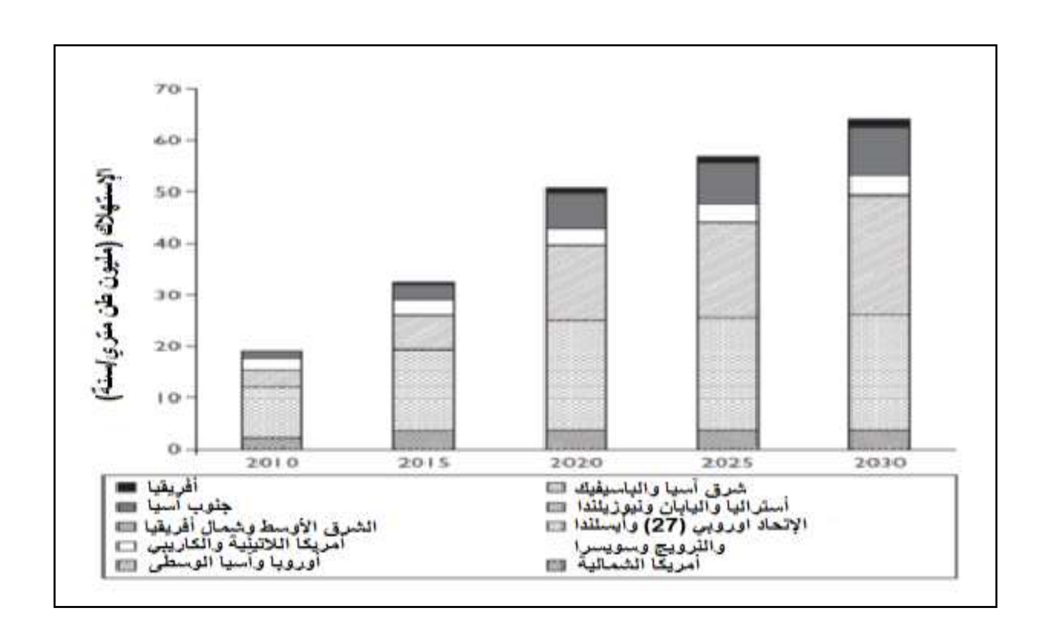
المستهدف من استخدامات الإيثانول الحيوي
خلال الفترة من 2010 وحتى 2030.



المصدر: تعريب لبيانات عن IEA 2011.

شكل رقم (74)

المستهدف من استخدامات الديزل الحيوي
خلال الفترة من 2010 وحتى 2030.

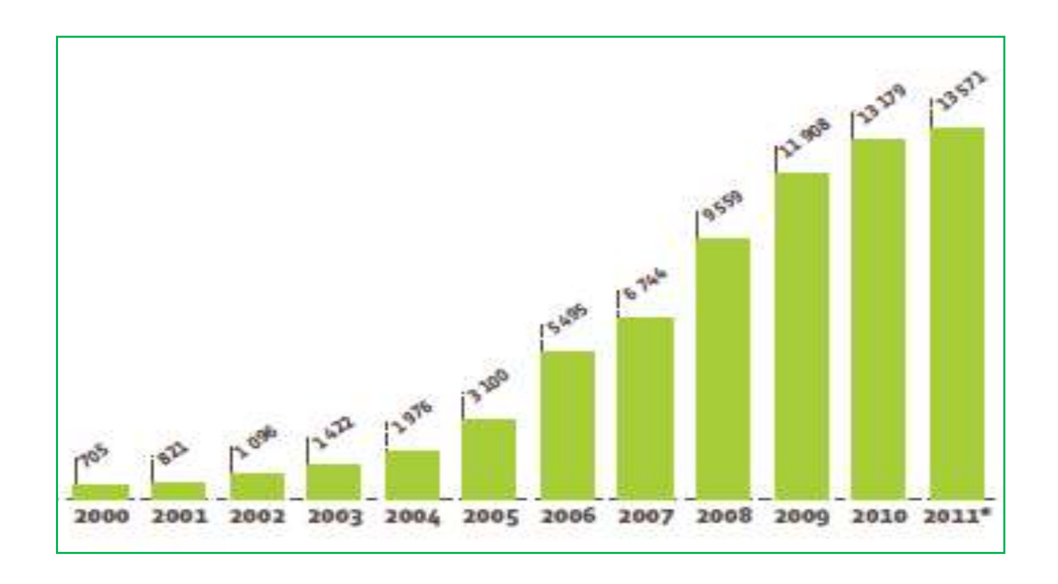


نفس المصدر السابق

التحول الكبير الحادث في تحول الكم الأكبر مـن وسـائل النقـل والمواصـلات في البرازيـل سرعان ما أنتقل إلى أوروبا حيث يتم حاليا تحويل الكم الأكبر من وسـائل مواصـلاتها ووسـائل نقلها البري إلى استخدام وقودي الإيثانول والديزل الحيويان. ويشـير الشـكل رقـم (75) إلى أن إجمالي ما كان يسـتخدم مـن الوقـود الحيـوي في وسـائل النقـل والمواصـلات في دول الإتحـاد الأوروبي عام 2000 لم يتجاوز 705 طن مكـافئ للبتـرول أسـتمر في الزيـادة مـع زيـادة إنتـاج الديزل والإيثانول الحيويان في دول القارة الأوربية حتى وصل إلى 13571 طنا مكافئـا للبتـرول في عام 2011 أي أنه تضاعف لنحو عشرين مـرة خـلال أحـدى عشـر عامـا فقـط بمـا يوضـح الإصرار على استمرار سياسات التوسع في الوقود الحيـوي إحلالـه بـالوقود البتـرولي في الـدول الغربية حتى ولو كان ذلك على حساب وفرة الغذاء لباقي شعوب العالم.

شكل رقم (75)

تنامي المستخدم من الوقود الحيوي في وسائل النقل والمواصلات في أوروبا

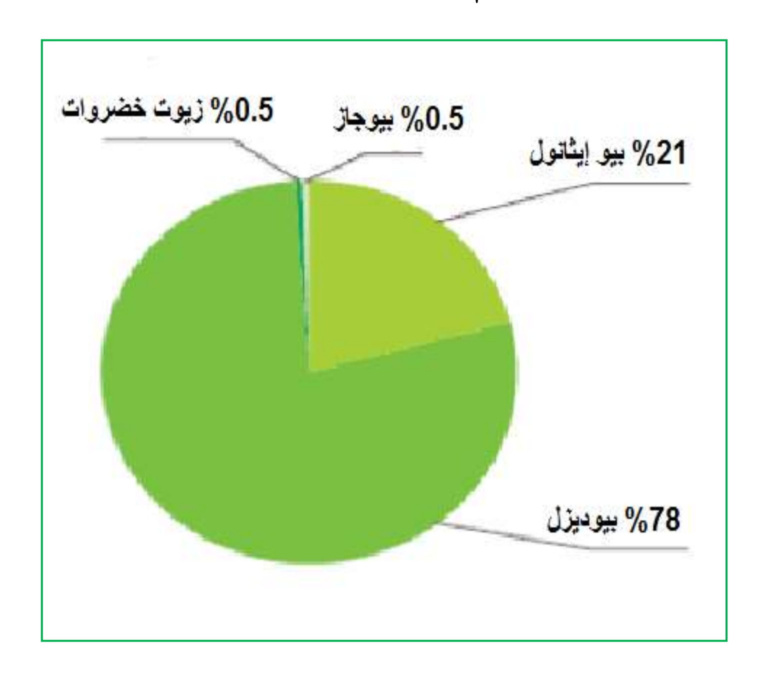


المصدر: Eurobserver 2012

ويشير الشكل رقم (76): إلى أن نحو 78٪ من وسائل النقل والمواصلات تستخدم الديزل الحيوي مقابل 21٪ فقط تستخدم الإيثانول الحيوي منفردا أو ممزوجا مع الجازولين وفقط نسبة 0.5 ٪ فقط للبيوجاز أو زيوت الخضروات.

شكل رقم (76)

نوعية الوقود الحيوي المستخدم في وسائل المواصلات في أوروبا



نفس المصدر السابق

جدول رقم (44)

استهلاك وسائل النقل في دول الإتحاد الأوروبي من الوقود الحيوي لعام 2011 (طن مكافئ للبترول)

الدولة	إيثانول حيوي	ديزل حيوي	وقود حيوي آخر	إجمالي الإستهلاك
ألمانيا	795142	2143929	17675	2956746
فرنسا	252924	1797949	0000	2050873
أسبانيا	229579	1443131	0000	1672710
إيطاليا	145744	1286711	0000	1432455
إنجلترا	327028	729077	0000	1056105
بولندا	141875	841311	34608	1017793
السويد	200673	229808	64372	494853
النمسا	67912	349074	13674	431660
بلجيكا	48222	273308	0000	321429
هولندا	147344	163371	0000	310715
البرتغال	صفر	306894	0000	306894
التشيك	59282	240566	0000	299847
رومانيا	71582	126373	0000	197956
إيرلندا	79487	92345	268	172100
المجر	54123	110003	0000	164126
سلوفيكيا	39983	123722	0000	163705

الدنمارك	135426	4419	0000	139844
اليونان	صفر	103396	0000	103396
فنلندا	29628	67704	0000	79332
لتوانيا	9204	35372	0000	44577
لكسمبورج	5231	38425	0000	43556
لاتفيا	7649	34020	0000	41669
سلوفاكيا	3744	31620	0000	35363
قبرص	000	25023	0000	25023
بلغاريا	000	000000	0000	0000
أستونيا	000	000000	0000	0000
مالطة	000	000000	0000	0000
إجمالي أوروبا	2852580	10587553	230596	13570729

المصدر: REN 21; 2012; Renewable 2012, Global Status Report; Paris.

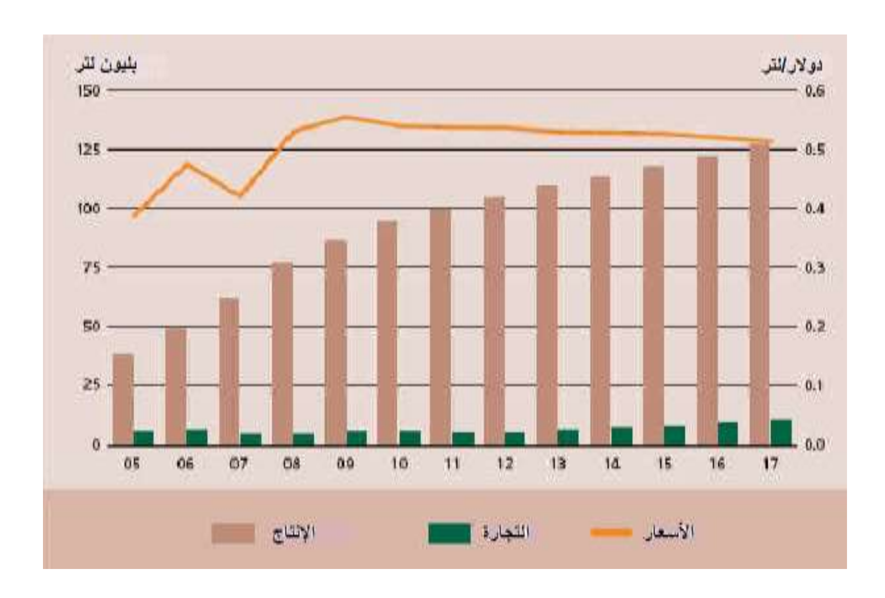
من المتوقع خلال العقد الحالي 2010 – 2020 أن تزداد تجارة الوقود الحيوي بشكل كبير عن تجارته الحالية بسبب توقع استمرار زيادة أسعار البترول والذي لم يؤثر على أسعاره أو يحجمها ما كان متوقعا من زيادة إنتاج الوقود الحيوي بما خلق إصرارا للعديد من الدول على إنتاج وقودها محليا من المنتجات الزراعية وكذا تنوع مصادر الطاقة لرفع عبء كبير عن اقتصادياتها المستنزفة في استيراد البترول ومشتقاته. لذلك وحتى الآن مازالت الكميات الكبرى المنتجة من الوقود الحيوي تستهلك محليا داخل الدول المنتجة له وبالتالي ولا تشكل نسبا محسوسة في التجارة العالمية بالمقارنة بتجارة البترول وإن كانت تجارة الإيثانول خلال السنوات الخمس الماضية قد شهدت تزايدا ملحوظا.

سجلت إجمالي تجارة الإيثانول الحيوي في العالم عام 2006 كميات تقدر بحوالي 7.8 بليون لتر بالمقارنة بحجم 5.9 عام 2005، وكمية 3.2 بليون لتر عام 2002. سجلت البرازيل الكمية الأكبر للنمو في حجم الصادرات من الإيثانول عام 2007 بكميات وصلت إلى 3.9 بليون لتر بالمقارنة بكمية 3.5 بليون لتر عام 2006 والتي سجلت بدورها زيادة حوالي بليون لتر عن عام 2005. وتحتل الولايات المتحدة الأمريكية المركز الأول في استيراد الوقود الحيوي عالميا نتيجة لزيادة الطلب المحلي عليه بسبب زيادة أسعار البترول عالميا خاصة وأن تكاليف نقل البترول من خلال الدول المنتجة في الشرق الأوسط وغرب أفريقيا إلى الولايات المتحدة تكون سببا آخر في زيادة سعر البترول المستورد. ولهذا السبب أيضا فإن 60٪ من صادرات البرازيل من الإيثانول تخصص لدول الأمريكيتين الشمالية والجنوبية لانخفاض أسعار الشحن من البرازيل إلى هذه الدول بسبب قرب المسافة. وبالمثل أيضا ولنفس هذا السبب سجلت الدول الآسيوية المطلة على المحيط الهادي (الباسيفيك وهي اليابان وكوريا) والقريبة من مصادر الإنتاج في الأمريكيتين حوالي 17٪ من تجارة الإيثانول عام 2007 بالمقارنة بحجم 7٪ فقط عام 2005. ومن جهة أخرى تمثل دول قارة أوروبا 20٪ من سوق التجارة العالمية ولا تمثل أفريقيا أكثر من 4٪ فقط.

السنوات الخمس الأخيرة أختلف هذا الوضع بشدة وأصبح الجزء الغالب من الوقود الحيوي بشقية يستهلك محليا بسبب تجاوز أسعار البترول حاجز المائة دولارا للبرميل وبالتالي أصبح للإيثانول والديزل الحيويان جدوى اقتصادية في الإنتاج ولذلك فمن المتوقع أيضا خلال السنوات الخمس القادمة وحتى 2017 أن يزيد الإنتاج ومعه الاستهلاك المحلي والدولي. ويوضح الشكلان التاليان الإنتاج العالمي والأسعار والتجارة العالمية للإيثانول.

شكل رقم (77)

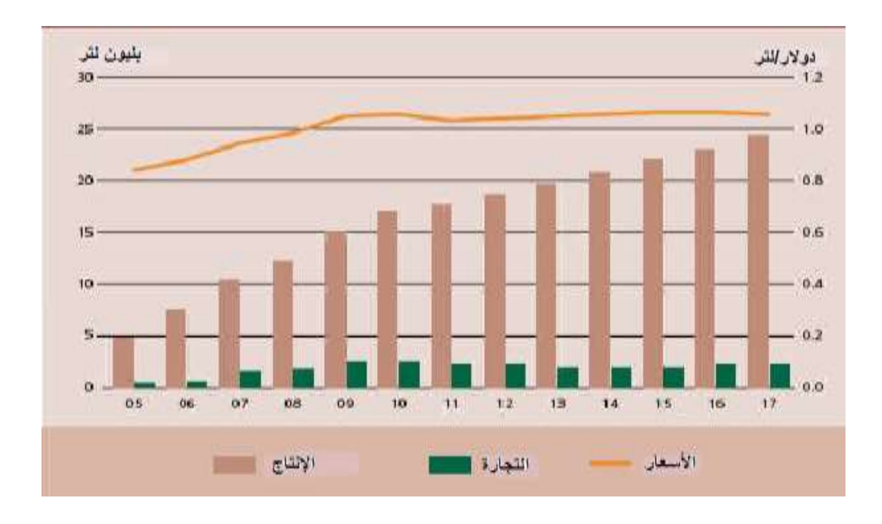
الإنتاج العالمي من الإيثانول الحيوي وتجارته
وأسعاره والتوقعات المستقبلية حتى 2017.



المصدر: Bioenergy and trade 2011

شكل رقم (78)

الإنتاج العالمي من الديزل الحيوي وتجارته وأسعاره والتوقعات المستقبلية حتى 2017.

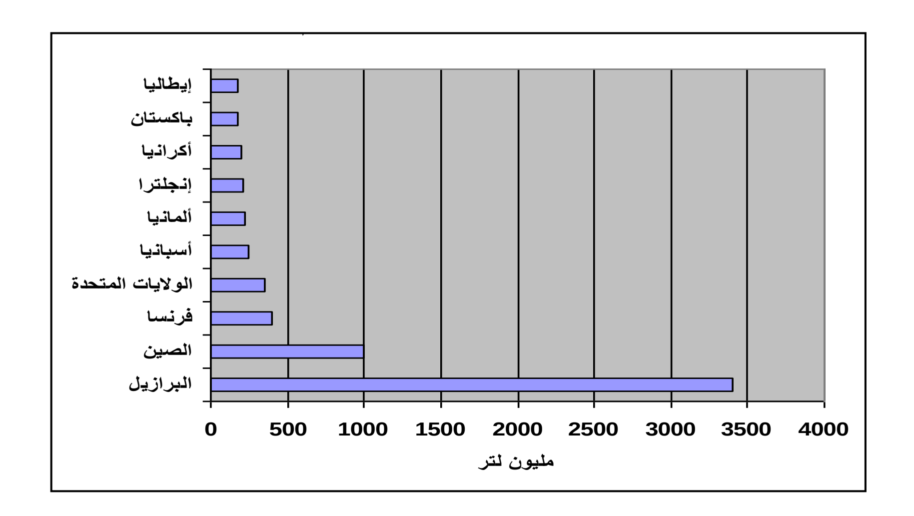


نفس المصدر السابق

الدول العشر الكبرى المصدرة والمستوردة للوقود الحيوي من عام 2000 إلى عام 2006

شكل رقم (79)

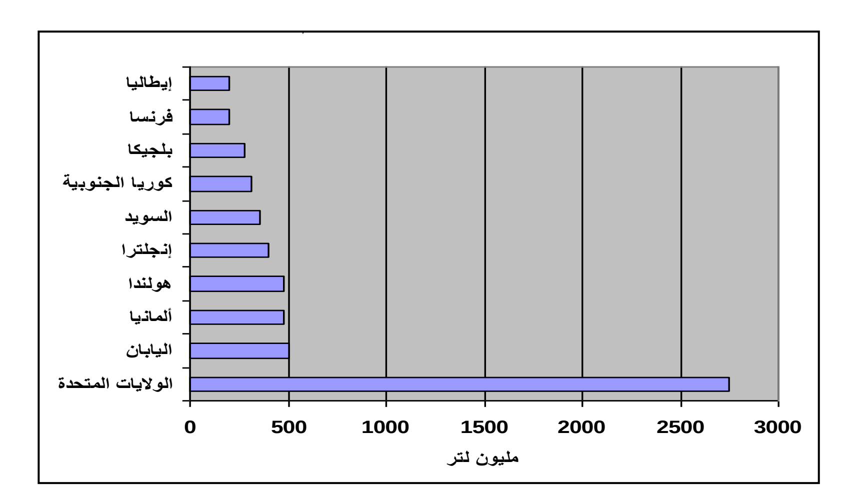
الدول الكبرى المصدرة للإيثانول الحيوي حتى عام 2006



المصدر: المؤلف عن بيانات لمنظمة الأغذية والزراعة عن إنتاج الوقود الحيوي العالمي

شكل رقم (80)

الدول المستوردة للإيثانول الحيوي



من 2007 وحتى 2012

في السنوات الخمس الأخيرة اختلف الوضع كثيرا في الدول المصدرة والمستوردة لأي من الإيثانول والديزل الحيويين حيث ما زالت الولايات المتحدة الأمريكية هي المستورد الأول للإيثانول الحيوي ولكن ينافسها بشدة وربما تفوق عليها دول الإتحاد الأوروبي (27 دولة) ولكن الولايات المتحدة الأمريكية أصبحت من كبار المصدرين للديزل الحيوي والذي يسيطر على الجزء الأكبر من إنتاجه وتجارته دول الإتحاد الأوروبي وكذا دول جنوب آسيا.

والجداول التالية توضح الدول المصدرة والمستوردة للإيثانول والديزل الحيويين.

جدول رقم (45)

تجارة الإيثانول الحيوي والدول المصدرة والمستوردة عام 2011

المُصدر	المستورد	الحجم (مليون لتر)
البرازيل	الولايات المتحدة	325
كندا	الولايات المتحدة	36
السلفادور	الولايات المتحدة	225
جاميكا	الولايات المتحدة	109
ترينداد وتوباكو	الولايات المتحدة	46
البرازيل	الإتحاد الأوروبي	49
مصر	الإتحاد الأوروبي	28
جواتيمالا	الإتحاد الأوروبي	17
باكستان	الإتحاد الأوروبي	23

بيرو	الإتحاد الأوروبي	19
روسيا	الإتحاد الأوروبي	12
الولايات المتحدة	الإتحاد الأوروبي	18
الإتحاد الأوروبي	الإتحاد الأوروبي	1572

المصدر: REN 21; 2012; Renewable 2012, Global Status Report; Paris.

جدول رقم (46)

تجارة الديزل الحيوي والدول المصدرة والمستوردة عام 2011

المُصدر	المستورد	الحجم (مليون لتر)
الأرجنتين	الإتحاد الأوروبي	1611
كندا	الولايات المتحدة	103
الإتحاد الأوروبي	الإتحاد الأوروبي	4812
الإتحاد الأوروبي	النرويج	34
الإتحاد الأوروبي	الولايات المتحدة	40
إندونيسيا	الإتحاد الأوروبي	1225
النرويج	الإتحاد الأوروبي	96
الولايات المتحدة	الإتحاد الأوروبي	133
الولايات المتحدة	النرويج	26
الولايات المتحدة	كندا	10
الولايات المتحدة	تايوان	28

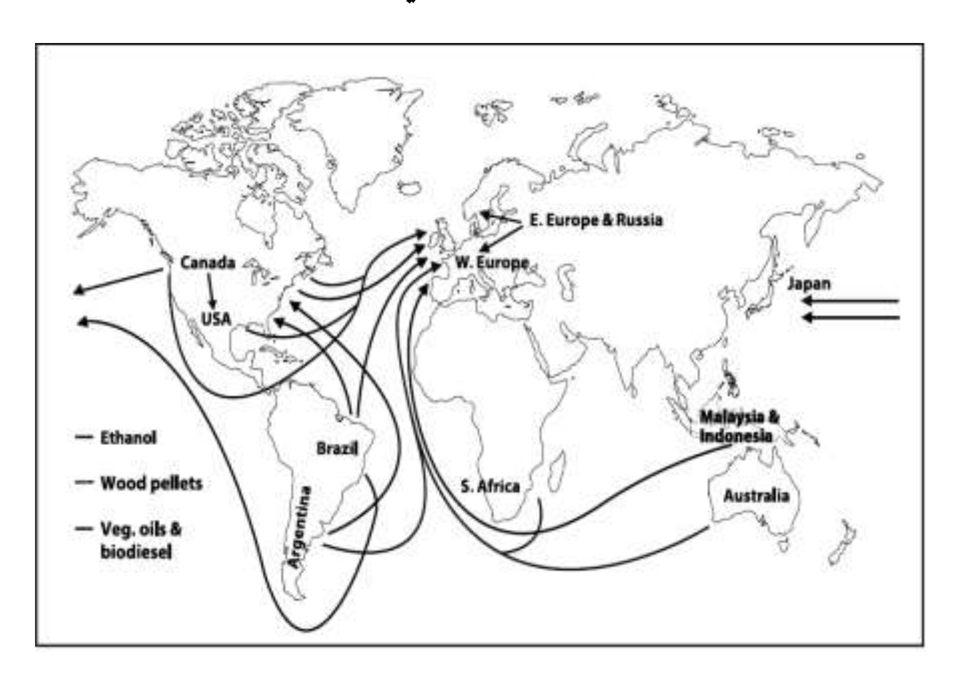
الولايات المتحدة ←	إسرائيل	10
الولايات المتحدة ←	ماليزيا	8
الولايات المتحدة ←	أستراليا	6
الولايات المتحدة ←	الهند	50

نفس المصدر السابق

وتوضح الخرائط التالية دول وطرق تجارة الإيثانول والديزل الحيويين ومعهـا أيضـا الكتـل الخشبية كنوع من تجارة الكتلة الحيوية.

شكل رقم (81)

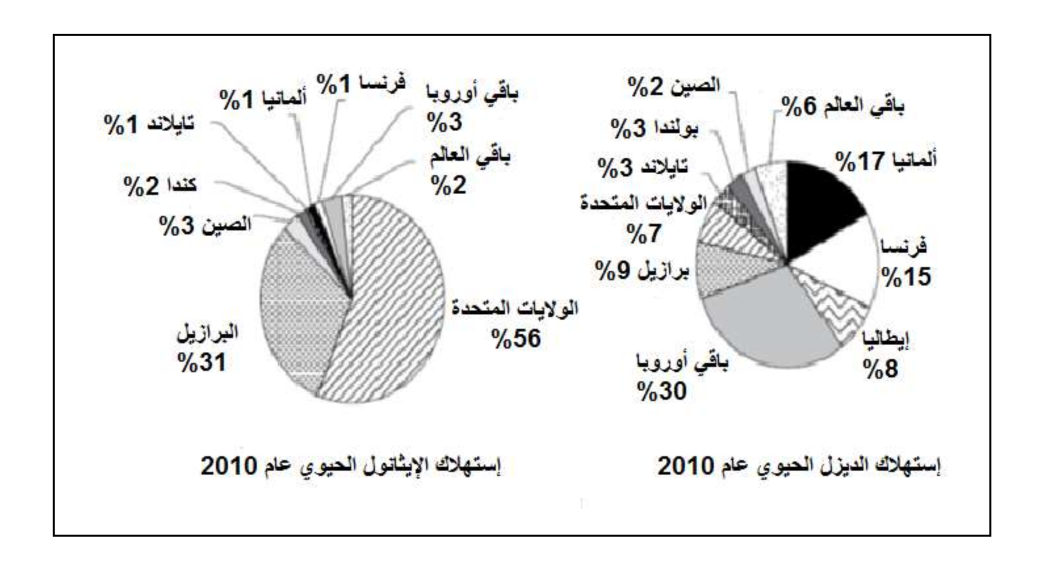
طرق وتجارة الوقود الحيوي



المصدر: Bioenergy and trade 2011.

شكل رقم (82)

استهلاك دول العالم من الإيثانول الحيوي والديزل الحيوي لعام 2010



اختلاف أسباب واستراتيجيات إنتاج الوقود الحيوي في دول العالم:

تختلف كثيرا أسباب واستراتيجيات إنتاج الوقود الحيوي من دولة إلى أخرى وإن كان الجميع يتفق في تنوع مصادر الطاقة وتوفير مصادر محلية لها، وتختلف في باقي الأسباب والتي تضم تغيرات المناخ – الحفاظ على البيئة – أمن الطاقة – التنمية الحضرية – التنمية الزراعية – التقدم التكنولوجي وأخيرا تكاليف الإنتاج.

ويمكن إجمال هذه الاختلافات بين الدول الثمانية الصناعية الكبرى والدول الخمس الأكثر تطورا في العالم والاتحاد الأوروبي طبقا لما هو معلن من هذه الدول في الجدول التالي:

جدول رقم (47)

استراتيجيات إنتاج الوقود الحيوي في بعض دول العالم

الدولة	الهدف من الإنتاج						
	تغيرات المناخ	تحسين البيئة	أمن الطاقة	التنمية الحضرية	التنمية الزراعية	التقدم التكنولوجي	عامل السعر
الدول الثماني الصناعية الكبرى							
أمريكا		×	×	×	×	×	
إنجلترا	×	×	×	×			×
روسيا	×	×	×	×	×	×	
اليابان	×	×			×	×	
إيطاليا	×		×		×		
ألمانيا	×	×		×	×	×	×
فرنسا	×		×	×	×		
كندا	×	×	×			×	

الدول الخمس الإيجابية +G 5							
البرازيل	×	×	×	×	×	×	
الصين	×	×	×	×	×		
الهند			×	×		×	×
المكسيك	×	×	×	×		×	
جنوب أفريقيا	×		×	×			
السوق الأوروبية							
السوق الأوروبية	×		×	×	×	×	

المصدر: منظمة الأغذية والزراعة 2007 وهيئة الطاقة العالمية 2011.

ملاحظات على استراتيجيات الدول في إنتاج الوقود الحيوي:

1. أن الولايات المتحدة الأمريكية والهند هما الدولتان الوحيدتان اللتان لم يعتبرا لتحسن البيئة كسبب من أسباب التحول إلى إنتاج واستخدام الوقود الحيوي، الأولي بسبب مسؤولياتها الفعلية عن 25٪ من الانبعاثات الكربونية في العالم ورفضها تخفيض عدد مصانعها للتحكم في تغيرات المناخ، والهند بسبب انطلاقها الصناعي الحالي والتي صنفتها ضمن الدول الكبرى المسؤولة عن الانبعاثات الكربونية بترتيب الثالث بعد الولايات المتحدة والصين.

2. جاءت إنجلترا وألمانيا والهند فقط كثلاث دول وضعت عامل التحكم في أسعار الوقود كهدف من أهداف دخولها معترك التحول إلى الوقود الحيوي.

3. أمن الطاقة لم يكن من أوليات إنتاج الوقود الحيوي في الدول الثماني الصناعية الكبرى ولكنه كان هاما لجميع الدول الخمس الإيجابية المنطلقة صناعيا +G5.

4. تحسين الظروف البيئة لم يكن ضمن أوليات إيطاليا وفرنسا والهند وجنوب أفريقيا ولا من دول الاتحاد الأوروبي.

5. كان اهتمام الدول الثماني الصناعية الكبرى بالتنمية الزراعية أكبر من اهتمام الدول الخمس الإيجابية المنطلقة صناعيا رغم كون الأخيرة دولا نامية اعتمدت اقتصادياتها على الزراعة لفترات طويلة، وقد يكون لرغبتها في التحول كدولة صناعية أكبر من رغبتها في استمرارها كدول زراعية.

سادسا : العوامل المحددة للتوسع في إنتاج الوقود الحيوي عالميا

هناك العديد من العوامل والمخاوف التي تقيّد التوسع السريع في إنتاج الوقود الحيوي. بعض هذه العوامل يعود إلى مخاوف بيئية وبعضها الآخر نتيجة لتنافس الوقود مع الغذاء أو لاحتمالات استنزافه لمساحات كبيرة من الترب الزراعية والمياه العذبة. ويمكن مناقشة هذه العوامل وتوضيحها في النقاط التالية:

الاعتبارات البيئية

يحتاج التوسع في إنتاج الوقود الحيوي إلى مساحات إضافية من الترب الزراعية وكميات إضافية من المياه العذبة. ولما كان النشاط الزراعي هو المؤثر الأكبر على النظام البيئي Ecosystem، فن من المتوقع للتوسع الزراعي الخاص بتوفير حاصلات الوقود الحيوي أن يتم إزالة عددا من المحميات الطبيعية أو إزالة مساحات كبيرة من الغابات (كما حدث في كل من البرازيل وإندونيسيا وتايلاند) بما سيشكل ضغوطا هائلة على الموارد الطبيعية. كما أن هذا التوسع سوف يزيد من الكميات المستخدمة من الأسمدة الكيميائية والمبيدات بما يعني إضافة المزيد من التلوث لكل من التربة والماء والهواء الجوي. وبالمثل أيضا فإن غالبية الحاصلات الزراعية المستخدمة في إنتاج الوقود الحيوي مثل قصب وبنجر السكر ومحاصيل الزيوت تصنف على أنها حاصلات مستنزفة للمياه في زمن ندرة المياه العذبة بما سيزيد كثيرا من الإحساس بندرة المياه العذبة في الكثير من مناطق العالم إضافة إلى احتمالات تلوث هذه المصادر نتيجة للضغوط الهائلة والتنافس عليها. ومع التزايد السكاني وتقدم المدنية والتقدم الحضاري ستزداد الحاجة إلى المزيد من المياه والطعام بما سيشكل تنافسا غير عادل بين وفرة الوقود من جانب وندرة الماء والغذاء من الجانب الآخر ما لم يتم تحسين المعاملات المائية وتقليل استهلاك الحاصلات الزراعية للماء.

ولتوضيح هذا الأمر فإن هناك حاليا حوالي 1.2 بليون نسمة تعيش في مناطق تعاني من ندرة المياه العذبة، مع الاحتياج إلى زيادة كمية المياه العذبة بنسبة 20٪ لمجابهة الزيادة السكانية ومعها احتياجات حاصلات الوقود الحيوي من المياه، بما يعني فرض المزيد من الضغوط على الموارد المائية المتاحة حاليا والتي تعاني فعلا من ضغوطا ليست بالهينة.

العديد من الحاصلات المحورة وراثيا تستخدم في إنتاج الوقود الحيوي نتيجة لرفض عامة الشعوب على استهلاكها كغذاء وما زال عدد الدول المنتجة لها حتى عام 2012 لا يزيد عن 29 دولة فقط من إجمالي 195 دولة تمثل عدد دول العالم وفي الحقيقة لا تزيد النسب المهمة عن 5 دول تمثل أكثر من 90٪ من الأغذية المحورة وراثيا وهي الولايات المتحدة بنسبة 46٪ ثم البرازيل والأرجنتين وكندا والهند، أما باقي الدول فنسب الزراعات المحورة وراثيا في نطاق الزراعات التجريبية الصغيرة. من أهم أخطار الحاصلات المحورة وراثيا هي الانتقال الجيني من الجين المنقول إليها إلى النباتات والكائنات البرية مثل الحشائش الحقلية والحشرات وغيرها بما يمثل خطورة على التنوع الحيوي وبقاء النوع بإضافة إلى خطورة الذرة المحورة وراثيا التي تنتجها شركة مونسانتو على إفراز البروتين السام من الجين المنقول إليها من بكتريا جنس باسيلاس Bacillus إلى المجاري المائية المجاورة وحتى 500 متر وأخطار شرب المواشي والحيوانات الحقلية من هذه المياه الملوثة بالبروتين السام لجين الذرة Bt المسبب لحماية الذرة من الحشرات المهاجمة لها بإفرازه لهذا الجين السام الذي يشبه سم العقرب والأفاعي ويؤدي إلى انفجار الحشرة وجهازها الهضمي فور تناوله أي أجزاء من نباتات الذرة. هذه الصفة غير اختيارية حيث تتسبب أيضا في موت الحشرات النافعة من النحل والفراشات الملونة وبالتالي حدوث خلل بيئي وأخطار لتلوث المياه والتربة وموت الحيوانات بسبب هذه الحاصلات المحورة وراثيا (راجع كتابنا عن الإنتاج العالمي من الحاصلات المحورة وراثيا والتقليدية والعضوية – مكتبة جزيرة الورد 2011). هناك أيضا تسبب محصول بنجر السكر المحور وراثيا لمقاومة الحشائش الحقلية ومبيداتها بما أدي إلى تحور الحشائش البرية إلى حشائش عملاقة نتيجة لتحورها للتغلب على تحور بنجر السكر ليكون قاتلا للحشائش وبالتالي أصبحت هذه الحشائش لا تستجيب للمبيدات ولا يمكن اقتلاعها وتسببت في تغطية محصول البنجر نفسه حتى صدر حكما قضائيا عام 2010 في الولايات المتحدة الأمريكية بتدمير زراعات البنجر المحور وراثيا وحذر زراعة الحاصلات المقاومة للحشائش ومبيدات والناتجة بالتحور الوراثي.

شكل رقم (83)

تقرير علمي تنشره الأندبنت يشير إلى تلوث الأنهار بالولايات المتحدة بالبروتين السام للذرة المحورة وراثيا التي تستخدم في إنتاج الإيثانول الحيوي.

16/03/2012 GM maize 'has polluted rivers across the United States'

THE INDEPENDENT

GM maize 'has polluted rivers across the United States'

By Steve Connor, Science Editor

Tuesday, 28 September 2010

An insecticide used in genetically modified (GM) crops grown extensively in the United States and other parts of the world has leached into the water of the surrounding environment.

The insecticide is the product of a bacterial gene inserted into GM maize and other cereal crops to protect them against insects such as the European corn borer beetle. Scientists have detected the insecticide in a significant number of streams draining the great corn belt of the American mid-West.

The researchers detected the bacterial protein in the plant detritus that was washed off the corn fields into streams up to 500 metres away. They are not yet able to determine how significant this is in terms of the risk to either human health or the wider environment.

"Our research adds to the growing body of evidence that corn crop byproducts can be dispersed throughout a stream network, and that the compounds associated with genetically modified crops, such as insecticidal proteins, can enter nearby water bodies," said Emma Rosi-Marshall of the Cary Institute of Ecosystem Studies in Millbrook, New York.

GM crops are widely cultivated except in Britain and other parts of Europe. In 2009, more than 85 per cent of American corn crops were genetically modified to either repel pests or to be tolerant to herbicides used to kill weeds in a cultivated field.

The GM maize, or corn as it is called in the US, has a gene from the bacterium Bacillus thuriengensis (Bt) inserted into it to repel the corn borer beetle. The Bt gene produces a protein called Cry1Ab which has insectidical properties.

The study, published in the journal Proceedings of the National Academy of Science, analysed 217 streams in Indiana. The scientists found 86 per cent of the sites contained corn leaves, husks, stalks or cereal cobs in their channels and 13 per cent contained detectable levels of the insectidical Cry1Ab proteins.

"The tight linkage between corn fields and streams warrants further research into how corn byproducts, including Cry1Ab insecticidal proteins, potentially impact non-target ecosystems, such as streams and wetlands," Dr Rosi-Marshall said.

All of the stream sites with detectable insecticidal proteins were located within 500 metres of a corn field. The ramifications are vast just in Iowa, Illinois, and Indiana, where about 90 per cent of the streams and rivers – some 159,000 miles of waterways – are also located within 500 metres of corn fields.

After corn crops are harvested, a common agricultural practice is to leave discarded plant material on the fields. This "no-till" form of agriculture minimises soil erosion, but it then also sets the stage for corn byproducts to enter nearby stream channels.

شكل رقم (84)

تقرير علمي يحذر من استمرار زراعة
الذرة المحورة وراثيا المقاومة لدودة الثاقبات.

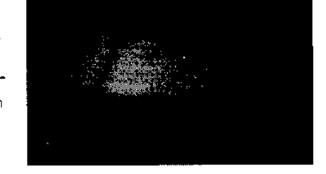
16/03/2012 Reuters.com

» Print

Scientists warn EPA on Monsanto corn rootworm

Fri, Mar 9 2012

By Carey Gillam



(Reuters) - A group of plant scientists is warning federal regulators that action is needed to mitigate a growing problem with biotech corn that is losing its resistance to plant-damaging pests.

The stakes are high - corn production is critical for food, animal feed and ethanol production, and farmers have increasingly been relying on corn that has been genetically modified to be toxic to corn rootworm pests.

"This is not something that is a surprise... but it is something that needs to be addressed," said Joseph Spencer, a corn entomologist with the Illinois Natural History Survey, part of the University of Illinois.

Spencer is one of 22 academic corn experts who sent a letter dated March 5 to the Environmental Protection Agency telling regulators they are worried about long-term corn production prospects because of the failure of the genetic modifications in corn aimed at protection from rootworm.

Monsanto introduced its corn rootworm protected products, which contain a protein referred to as "Cry3Bb1," in 2003 and they have proved popular with farmers in key growing areas around the country. Biotech corn sales are a key growth driver of sales at Monsanto.

The corn rootworm product is supposed to reduce the need to put insecticides into the soil, essentially making the corn plants toxic to the worms that try to feed on their roots.

But plant scientists have recently found evidence that the genetic modification is losing its effectiveness, making the plants vulnerable to rootworm damage and potentially significant production losses.

The scientists said in their letter to EPA that the situation should be acted upon "carefully, but with a sense of some urgency."

As concerns have mounted over the last year that Monsanto's rootworm-protected products were losing their effectiveness, Monsanto has said the problem is small and has said the products continue to provide corn farmers with "strong protection against this damaging pest."

Monsanto, the world's largest seed company, has recommended growers rotate the corn with its biotech soybeans, use another of its biotech corn products and use insecticides to try to address the problem.

"Rootworm performance inquiries in 2011 were isolated to less than 0.2 percent of the acres planted with Monsanto rootworm-traited corn hybrids," said Danielle Stuart, a Monsanto spokeswoman. "In all of these cases, Monsanto is working very closely with the farmer and has provided best management practices for the upcoming season on each of these fields."

The problems with insect resistance have been reported in parts of Illinois, Iowa, Minnesota, Nebraska and South Dakota.

Continuing to plant a failing technology only increases the resistance development risk, the scientists said in their letter. Moreover, they say, the rootworm-protected BT corn is being planted in areas that have no need for it, often because there are few alternative seed options. Scarcity of non-BT corn seed is a concern, they said.

Using insecticides along with the biotech corn as Monsanto has advised is not a good approach, according to the scientists, because it elevates production costs for farmers and masks the extent and severity of the building insect resistance.

"Recommendations to apply insecticides to protect transgenic Bt corn rootworm corn strikes us as a clear admission that the Cry3Bb1 toxin is no longer providing control adequate to protect yield," the scientists wrote.

"When insecticides overlay transgenic technology, the economic and environmental advantages of rootworm-protected corn quickly disappear," the scientists wrote.

شكل رقم (85)

حكم محكمة كانساس سيتي في نهاية عام 2010 بتدمير زراعات بنجر السكر المحور وراثيا لتسببه في تفشي الحشائش العملاقة.

16/03/2012 Reuters.com

» Print

This copy is for your personal, non-commercial use only. To order presentation-ready copies for distribution to colleagues, clients or customers, use the Reprints tool at the top of any article or visit: www.reutersreprints.com.

Monsanto GMO sugarbeets to be destroyed: court

Tue, Nov 30 2010

By Carey Gillam

KANSAS CITY, Missouri (Reuters) - A federal judge on Tuesday ordered the destruction of plantings of genetically modified sugar beets developed by Monsanto Co after ruling previously the U.S. Agriculture Department illegally approved the biotech crop.

U.S. District Court Judge Jeffrey White in August banned the planting and sales of Monsanto's "Roundup Ready" biotech sugar beets after determining that their approval in 2005 by the USDA was illegal. He said the government must conduct a thorough environmental review before approving the crop to comply with the law.

But shortly after the ruling, the USDA issued permits allowing companies to plant seedlings to produce seed for future GMO sugar beet crops.

In his ruling Tuesday Judge White said those seedlings "shall be removed from the ground."

Earthjustice, a consumer group that brought the case against the USDA and had asked the judge to order the young plants be destroyed, said the action was the first court-ordered destruction of a GMO crop.

"We had to run into court and ask the judge to stop them," said Earthjustice attorney Paul Achitoff. "He said you've got to tear up the plants, which was what we asked him to do. It's an extreme sort of a thing ... but the circumstances were such that there really wasn't any alternative. They basically had dared the court to stop them."

Sugar beets account for more than half of the nation's sugar supply, and Monsanto's Roundup Ready beets have been popular with farmers as they have been genetically altered to withstand sprayings of the chemical herbicide Roundup, making weed management easier for producers.

But environmentalists say widespread use of the crop leads to increased use of herbicides, proliferation of herbicide resistant weeds, and contamination of conventional and organic crops.

Monsanto, which owns intellectual property rights to the sugar beet technology, sought to intervene in the case, and was granted limited standing. But the company had no immediate comment on Tuesday.

In previous court filings Monsanto said revoking the government's approval of its genetically modified seed could cost the company and its customers some $2 billion in 2011 and 2012.

Along with Monsanto, others in the industry sought to intervene, saying they needed at least limited planting permits for research and development, basic seed production and to preserve the ability to create genetically engineered commercial seed varieties to meet potential future demand if production is ultimately authorized.

USDA officials could not be reached for comment.

Earlier this month, the USDA issued a draft proposal for handling of the GMO beets. It said it was considering allowing Monsanto beets back in the fields by next year under a permit subject to conditions "to prevent any potential plant pest risks."

The USDA gave the green light to Monsanto's GMO beets in 2005.

Plaintiffs in the case include the Center for Food Safety, Organic Seed Alliance, High Mowing Organic Seeds and the Sierra Club.

(Editing by Steve Orlofsky)

شكل رقم (86)

تقرير علمي بتفشي الحشائش العملاقة
في الولايات المتحدة بسبب المحاصيل المحورة وراثيا.

» Print

Analysis: Super weeds pose growing threat to U.S. crops

Mon, Sep 19 2011

By Carey Gillam

PAOLA, Kansas (Reuters) - Farmer Mark Nelson bends down and yanks a four-foot-tall weed from his northeast Kansas soybean field. The "waterhemp" towers above his beans, sucking up the soil moisture and nutrients his beans need to grow well and reducing the ultimate yield. As he crumples the flowering end of the weed in his hand, Nelson grimaces.

"When we harvest this field, these waterhemp seeds will spread all over kingdom come," he said.

Nelson's struggle to control crop-choking weeds is being repeated all over America's farmland. An estimated 11 million acres are infested with "super weeds," some of which grow several inches in a day and defy even multiple dousings of the world's top-selling herbicide, Roundup, whose active ingredient is glyphosate.

The problem's gradual emergence has masked its growing menace. Now, however, it is becoming too big to ignore. The super weeds boost costs and cut crop yields for U.S. farmers starting their fall harvest this month. And their use of more herbicides to fight the weeds is sparking environmental concerns.

With food prices near record highs and a growing population straining global grain supplies, the world cannot afford diminished crop production, nor added environmental problems.

"I'm convinced that this is a big problem," said Dave Mortensen, professor of weed and applied plant ecology at Penn State University, who has been helping lobby members of Congress about the implications of weed resistance.

"Most of the public doesn't know because the industry is calling the shots on how this should be spun," Mortensen said.

Last month, representatives from the U.S. Environmental Protection Agency, the Department of Agriculture and the Weed Science Society of America toured the Midwest crop belt to see for themselves the impact of rising weed resistance.

"It is only going to get worse," said Lee Van Wychen, director of science policy at the Weed Science Society of America.

MONSANTO ON THE FRONT LINE

At the heart of the matter is Monsanto Co, the world's biggest seed company and the maker of Roundup. Monsanto has made billions of dollars and revolutionized row crop agriculture through sales of Roundup and "Roundup Ready" crops genetically modified to tolerate treatment with Roundup.

The Roundup Ready system has helped farmers grow more corn, soybeans, cotton and other crops while reducing detrimental soil tillage practices, killing weeds easily and cheaply.

But the system has also encouraged farmers to alter time-honored crop rotation practices and the mix of herbicides that previously had kept weeds in check.

And now, farmers are finding that rampant weed resistance is setting them back - making it harder to keep growing corn year in and year out, even when rotating it occasionally with soybeans. Farmers also have to change their mix and volume of chemicals, making farming more costly.

For Monsanto, it spells a threat to the company's market strength as rivals smell an opportunity and are racing to introduce alternatives for Roundup and Roundup Ready seeds.

"You've kind of been in a Roundup Ready era," said Tom Wiltrout, a global strategy leader at Dow AgroSciences, which is introducing an herbicide and seed system called Enlist as an alternative to Roundup.

"This just allows us to candidly get out from the Monsanto story," he said.

الثاني أيضا أن الجيل الثاني من الوقود الحيوي والذي يطلق عليه «وقود السليلولوز» فهو يستخدم مخلفات الغابات – المخلفات الزراعية – زراعات الطاقة من الأخشاب والحطب وغيرها. تخمير هذه المواد لإنتاج الوقود الحيوي تنتج أيضا مخلفات خطرة على البيئة تسمي الكيميائيات الحرارية Thermo-chemicals.

ومن أهم إيجابيات الوقود الحيوي أن استخدام الوقود الحيوي بشكل عام وتصنيعه من الحاصلات الزراعية ومخلفاتها ومخلفات الغابات والأخشاب يؤدي إلى نقص الانبعاثات الغازية بنسب تزيد عن 60٪ عن مثيلاتها المنطلقة من الوقود البترولي (الوقود الحيوي والتجارة Biofuel and Trade 2011)، بالإضافة إلى حماية البيئة والهواء من حرق المخلفات النباتية وانطلاق دخانها في الهواء بما يعد تلوثا كبيرا للهواء وحرق للطبقة السطحية للتربة الزراعية وتدمير وإحداث خللا في التوازن البيولوجي لها. يضاف إلى كل ذلك إلى أن الانبعاثات الغازية من الوقود الحيوي أقل كثيرا من مثيلاتها في الوقود البترولي من أول أكسيد الكربون والأكاسيد النتروجينية والكبريتية والفلزات الثقيلة بالإضافة إلى المواد العضوية المسرطنة مثل جزيئات البنزين.(GBEP 2005).

التنوع الحيوي يتأثر كثيرا بسبب التوسع في زراعات الوقود الحيوي. فعلى سبيل المثال فإن إزالة الغابات (نظام تنوع حيوي واسع) واستبدالها بزراعة محصول واحد يعتبر هذا في خد ذاته خلل وفقدان للتنوع الحيوي حيث استبدلنا نظاما متنوعا Biodiversity بنظام يحتوي على محصول واحد فقط Mono-culture. الاستبدال أو الإحلال الذي يتم في غابات المناطق الاستوائية يمثل خللا أكبر في التنوع الحيوي في الكرة الأرضية.

***

هناك أيضا الخوف من التوسع في استخدامات المخلفات الحقلية في تصنيع الوقـود الحيـوي وتأثيره على نقص خصوبة التربـة وتماسـكها وتعرضـها للنحـر المـائي وبواسـطة الريـاح أيضـا (مجموعها يساوي 75٪ من نسب أسـباب نحـر وتـدهور التـرب الزراعيـة) حيـث تمثـل هـذه المخلفات سمادا عضويا مهما لتعـويض اسـتنزاف العناصـر الغذائيـة مـن التربـة بسـبب تـوالي الزراعات للحصول على الغذاء وفعلها في تحسين بناء التربة بتوفيرهـا المـواد اللاحمـة الصـمغية الناتجة من تحللها في التربة وبالتالي زيادة تلاحم حبيبات ومجمعات التربة وزيادة تماسك التربة وصمودها أمام قوي النحر والانجـراف. بالإضـافة إلى ذلـك فـإن التوسـع في زراعـات الوقـود الحيوي على حسـاب مسـاحات الغابـات أو الحشـائش والمراعـي تعنـي التوسـع في اسـتخدام المبيدات والأسمدة الكيميائية وبالتالي زيادة تلوث التربة والمياه الجوفية وتدهورها ومـا لـذلك من تأثير على التنوع الحيوي وإبادة سلسلات من الحشائش والحشرات.

التنافس مع الغذاء وارتفاع أسعار السلع الأساسية

هناك إجماع كبير من المراقبين لإنتاج الوقود الحيوي من الحاصلات الغذائية بأن ذلك سوف يؤدي بالتأكيد إلى ارتفاع أسعار السلع الغذائية الرئيسية والتي سيتنافس عليها الإنسان والوقود في ظل محدودية الترب الزراعية والمياه العذبة في العالم. وبالتـالي يتنبـأ خبـراء أسـواق وبورصـات السلع الأساسية بارتفاع أسعار السكر والزيـوت وكافـة أنـواع الحبـوب خاصـة القمـح والـذرة والأرز وهو ما حدث فعلا خلال عامي 2007، 2008 من ارتفاع أسعار القمح بنسـب وصـلت إلى 100٪ والذرة والأرز بنسب 30٪ والزيوت بنسبة 80٪ ومعها جميع منتجات الألبـان بنسـب 80٪ واللحوم والدواجن بنسبة 25٪ نتيجـة لارتفـاع أسـعار الأعـلاف النباتيـة المسـتخدمة في تغذية المواشي والدواجن. ويعتبر هذا هو السبب الرئيسي في قيام الصين بتخفـيض المسـتهدف تحقيقه من زيادة إنتاج الوقود الحيوي عام 2007 بسبب ارتفاع أسعار الـذرة بنسـب 10٪ فقـط حينذاك. لذلك فهناك مخاوف كبيرة من الزيادة المتوقعـة في أسـعار الغـذاء سـوف يضـر كثيـرا بالفقراء والدول النامية خاصة التجمعات السكنية في الريف والمناطق الهامشية، وبالتـالي فهنـاك مخاوف من نقص إتاحة الغذاء وندرته أو ارتفاع أسعار وما يرتبط بذلك من زيادة أمراض نقـص المناعة نتيجة لسوء التغذية

كما جاء على لسان مقرر برنامج الأمم المتحدة للحـق في الطعـام. المعارضـون يشـككون في ذلك ويدعون بأن العكس هو الصحيح نتيجة لتوقع حدوث زيادة في مستويات دخول المزارعين بسبب ارتفاع أسعار بيعهم لحاصلاتهم الزراعية وبالتالي تحسن ظروفهم الصحية وحدوث تنمية حضرية حيث ينتشر الفقر وسوء التغذية في الريف بشكل أساسي.

يقينا فإن الجزء الأكبر من إنتاج الذرة في الولايات المتحدة الأمريكية والسكر مـن محصـول قصب السكر في البرازيل بنسب وصـلت إلى 45٪ في الـذرة ونسـبة 55٪ مـن قصـب السـكر في البرازيل قد تسببا في ارتفاعا كبيرا في أسعارهما حتى أن أسعار الذرة تفوقت وعلى مدار عام كامـل على أسعار القمح كما أن أسعار السكر في عـام 2010 قفـزت إلى آفاقـا عاليـة وتضـاعفت معهـا أسعار السكر في الأسواق العربية والمصرية بما تجاوز ما يعادل دولارا كاملا وأكثر للكيلـوجرام منه.

وتوضح الأشكال التالية النسب المستخدمة من الذرة في تصنيع الإيثانول الحيوي وأثاره على ارتفاع أسعارها في الأسواق ثم أيضا النسب المستخدمة من السكر في البرازيل في تصنيع الوقـود الحيوي وتأثيرها المستقبلية على أسعار ووفرة أو شـحة السـكر في الأسـواق العالميـة والتبـادل التجاري له.

شكل رقم (87)

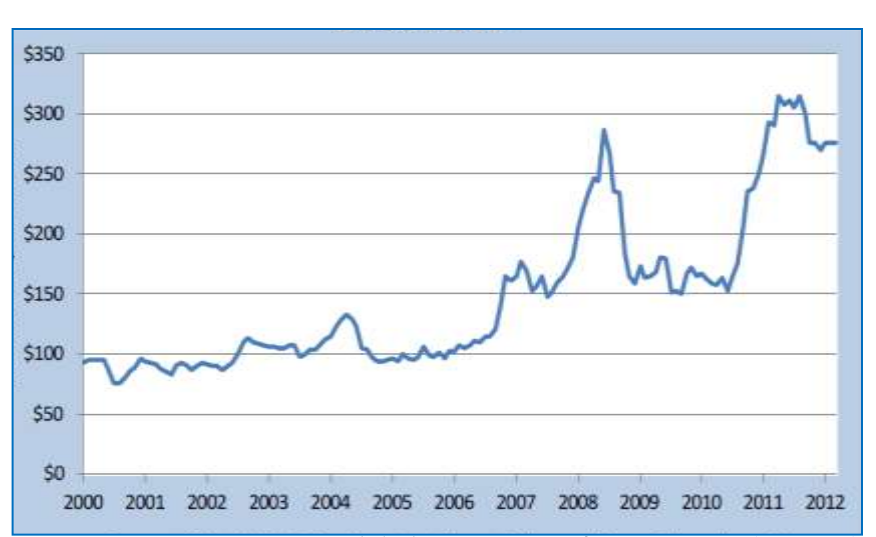
نسبة الذرة المستخدمة في تصنيع الإيثانول الحيوي.



المصدر: US Department of Agriculture 2011.

شكل رقم (88)

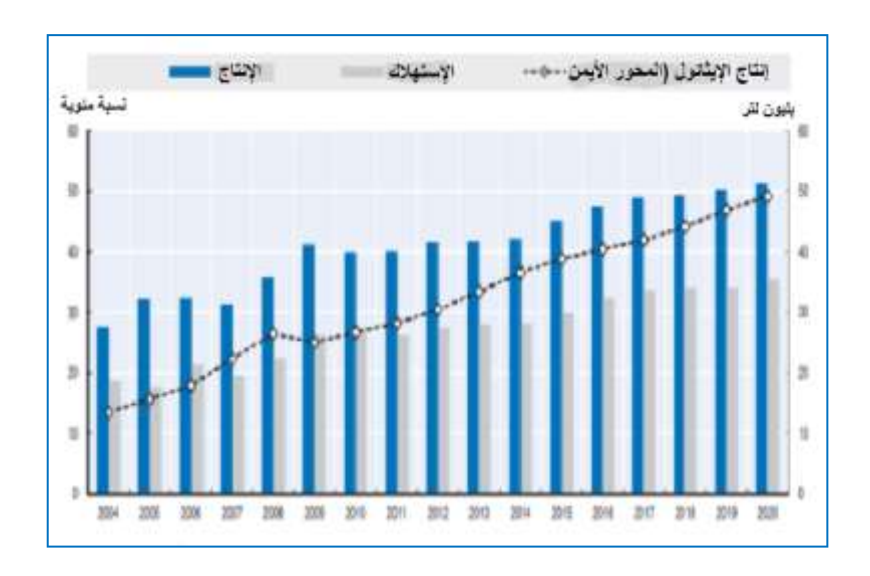
ارتفاع أسعار الذرة في البورصات العالمية بسبب استخدامه في إنتاج البيوإيثانول



المصدر: .Global Maize Prices from: www.indexmundi.com

شكل رقم (89)

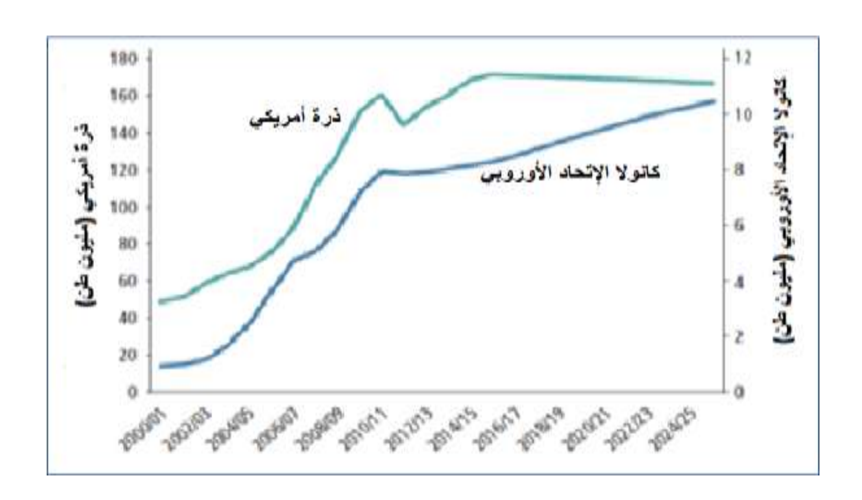
التوسع في استخدام السكر في البرازيل حاليا ومستقبلا في إنتاج البيوإيثانول



المصدر: REN 21; 2012; Renewable 2012, Global Status Report; Paris.

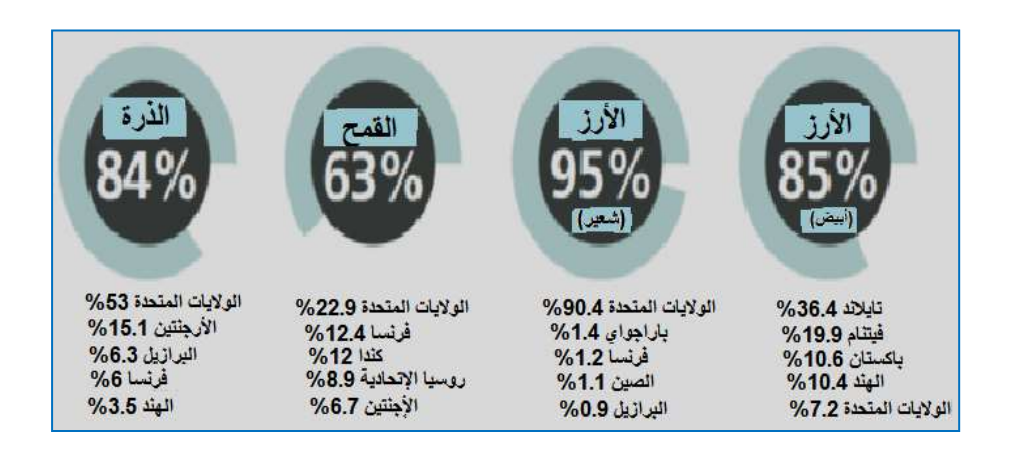
شكل رقم (90)

تنامي الكميات المستخدمة من الذرة في الولايات المتحدة والكانولا في أوروبا في تصنيع الوقود الحيوي



شكل رقم (91)

الدول الرئيسية المصدرة للذرة والقمح والأرز عام 2009



المصدر: FAO Stat, 2011.

الاحتياج إلى المزيد من الترب الزراعية والماء العذب

أ. الترب الزراعية:

لا تزيد حاليا المساحات من الترب الزراعية والمياه العذبة المستخدمة في ري حاصلات الوقود الحيوي عن 1٪ من الموارد المائية والأرضية المستخدمة في الإنتاج الزراعي. تقدر المساحات الكلية في العالم المزروعة بحاصلات الوقود الحيوي عام 2006 بحوالي 11 إلى 12 مليون هكتار، وتجئ البرازيل في المركز الأول بمساحة 2.5 مليون هكتار بما يشكل 5٪ من إجمالي مساحتها الزراعية، بمتوسط إنتاج حوالي 6200 لتر إيثانول من الهكتار من محصول قصب السكر وهو أعلى معدل عالمي للهكتار. الولايات المتحدة الأمريكية تأتي كثاني دولة نتاج الإيثانول في العالم بزراعة 4 مليون هكتار بنسبة 4٪ من إجمالي مساحتها الزراعية وبمعدل إنتاج للإيثانول يبلغ 3300 لتر إيثانول للهكتار من حبوب الذرة. ثم تأتي الدول الأوروبية حيث يتركز الإنتاج بها على الديزل الحيوي أكثر من الإيثانول بمساحة مليون هكتار تنتج حوالي 1700 لتر من البيوديزل للهكتار من بذور اللفت.

الصين أصبحت من الدول الرئيسية حاليا في إنتاج البيوإيثانول حيث أنتجت عام 2002 ما يقرب من3.6 بليون لتر منه 76٪ من حبوب الذرة من مساحة زراعية بلغت 2 مليون هكتار بنسبة 1٪ من إجمالي أراضيها الزراعية.

الهند أيضا من الدول المهمة في إنتاج الإيثانول بإجمالي إنتاج يبلغ 1.7 بليون لتر (حوالي نصف إنتاج الصين) حيث يستخرج من قصب السكر بشكل رئيسي. كما تقوم الهند حاليا بإنتاج كميات كبيرة من البيوديزل المستخرجة من ثمار أشجار الجاتروفا والبونجاميا، والتي تتميز بقدرتها على إنتاج 1500 لتر من البيوديزل للهكتار وتنمو في الترب القاحلة وتستهلك كميات قليلة من المياه العذبة لكونها تتحمل الملوحة المرتفعة لماء الري والتربة مع تحملها الزراعة على النوعيات الهامشية والملوثة من المياه،

وعلى ذلك فهي لا تنافس الإنسان في الغذاء أو الترب الزراعية أو المياه العذبة. وقد اتجهت الهند لهذا الإنتاج بعدما تزايدت انتقادات علماؤها في إنتاج الإيثانول من محصول قصب السكر والذي يستهلك كميات كبيرة من المياه قد تصل إلى 3300 لتر من المياه لإنتاج لتر واحد فقط من الإيثانول. مجموع الأراضي التي تستخدم في إنتاج كل من قصب السكر والجاتروفا في الهند لا تمثل حاليا أكثر من 0.3٪ من مجموع الأراضي الزراعية.

وبالطبع فإن إنتاج الجيل الثاني من الوقود الحيوي سواء من المخلفات النباتية أو مخلفات الغابات أو من الطحالب البحرية وطحالب المياه العذبة سوف تشغل مساحات أقل كثيرا من تلك التي تشغلها مساحات الجيل الأول من محاصيل الغذاء. ففي دراسة لجامعة مينوستا الأمريكية عام 2009 أوردت أن استخدام نواتج تطهير الغابات في إنتاج إيثانول السيليولوز يمكن أن ينتج كميات كبيرة منه بمعدل 15 ألف جالون للهكتار يبلغ ثمنها 36 ألف دولار وتحقق ربحا يبلغ 7 آلاف دولار وذلك من نواتج الهكتار الواحد سنويا. في ظل هذا المعدل فإن إنتاج الإيثانول من نواتج تنظيف الغابات سنويا يمكن أن يكون أكثر عائدا وفائدة من جميع الحاصلات الإستراتيجية التي تستخدم للغذاء سواء كانت قصب السكر أو زيت النخيل أو فول الصويا بالإضافة إلى أهميتها الإستراتيجية كغذاء أساسي وسلع أساسية في بورصات تجارة الغذاء العالمية (Butler 2009). هذه الدراسة أشارت أيضا إلى أن استخدام مخلفات الحاصلات الزراعية أيضا تعني عدم الحاجة إلى مساحات زراعية إضافية لاستخراج الوقود الحيوي لأننا يمكن أن نستفيد من المحصول الغذائي للإنسان ثم من المخلفات في الحصول على الطاقة ومن نفس وحدة المساحة.

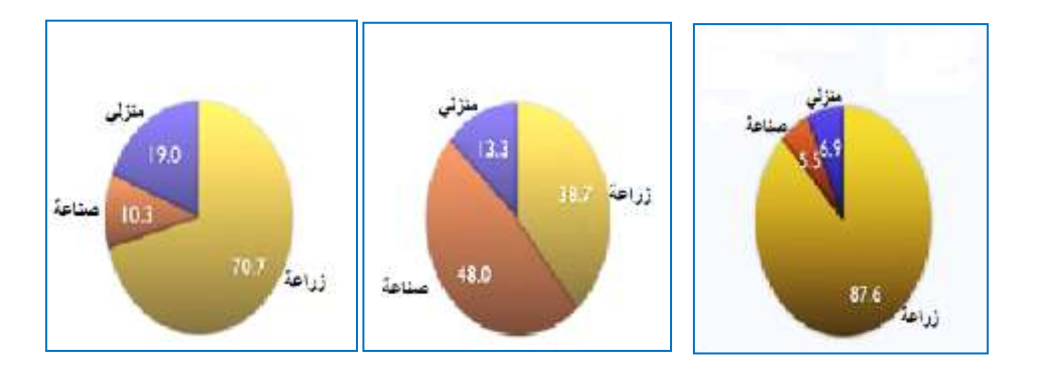
ويوضح جدول رقم (48) مساحات إنتاج الوقود الحيوي والغذاء من الترب الزراعية في بعض دول العالم ونسب استنزافها للماء العذب.

ب. المياه العذبة:

تعد الزراعة هي المستهلك الأول للمياه عالميا حيث تستحوذ على 70٪ كمتوسط عام من إجمالي استهلاك المياه العذبة في العالم وتصل في القارة الأفريقية إلى 90٪ وفي المنطقة العربية ومصر نحو 80٪ من الموارد المائية في حين تقل عن 40٪ في القارة الأوروبية (شكل 92). بيانات الوقود الحيوي ومدى استهلاكه للمياه العذبة تشير إلى إنتاج حاصلات الوقود الحيوي يستنزف ثلاثة أضعاف المقننات المائية للمحاصيل الحقلية التقليدية وبالتالي فإن التوسع في زراعات الوقود الحيوي يهدد باستنزاف المزيد من المياه العذبة في زمن ندرة المياه والاحترار العالمي وزيادة بخر المياه وأيضا زيادة المياه المستهلكة في إنتاج الغذاء والوقود بسبب ارتفاع الحرارة الناجمة عن الاحترار العالمي.

شكل رقم (92)

نسب استهلاكات القطاعات المختلفة للمياه في الدول المتقدمة والنامية



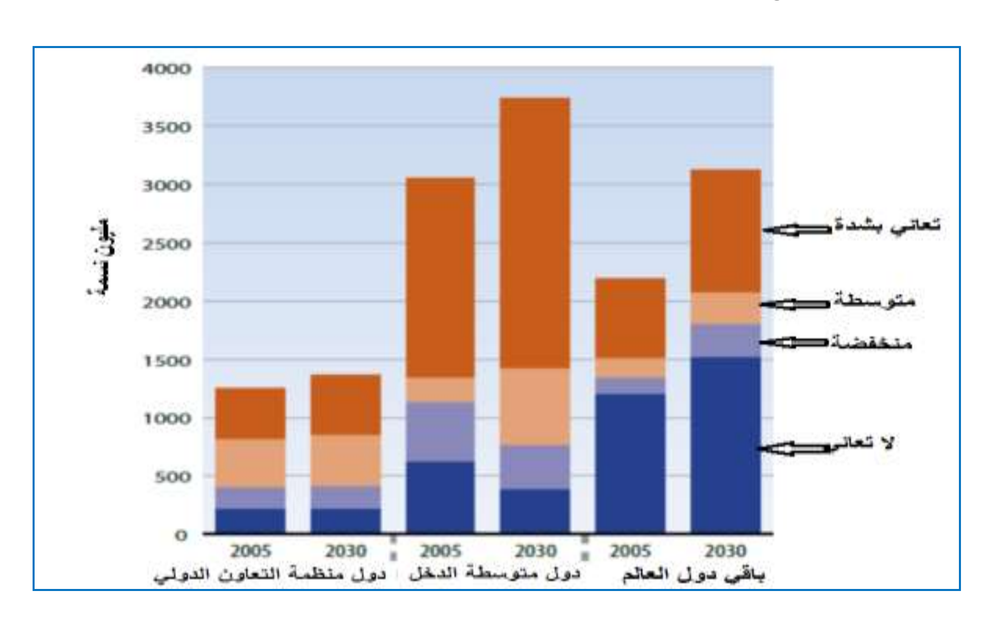
الشرق الأوسط وشمال أفريقيا **أمريكا الشمالية وأوروبا** **أمريكا الجنوبية والكاريبي**

يعيش حاليا نحو 1200 مليار نسمة من العالم في مناطق شح مائي وقحط دائم أو مؤقت وبالتالي فإن استنزاف المزيد من المياه العذبة في زراعات حاصلات الوقود الحيوي سوف يزيد من نسب الشعوب التي تعاني فعلا من الندرة المائية والتي تتطلب زيادة الموارد المائية والغذائية بنسب تتراوح بين 60 – 100٪ عن معدلاتها في عام 2010وذلك في عام 2050.

ويوضح الشكل التالي عدد سكان الشعوب الذين يعشون في مناطق شح مائي.

شكل رقم (93)

عدد سكان العالم حاليا ومستقبل الذين يعانون
من ندرة المياه وصعوبة الحصول عليها



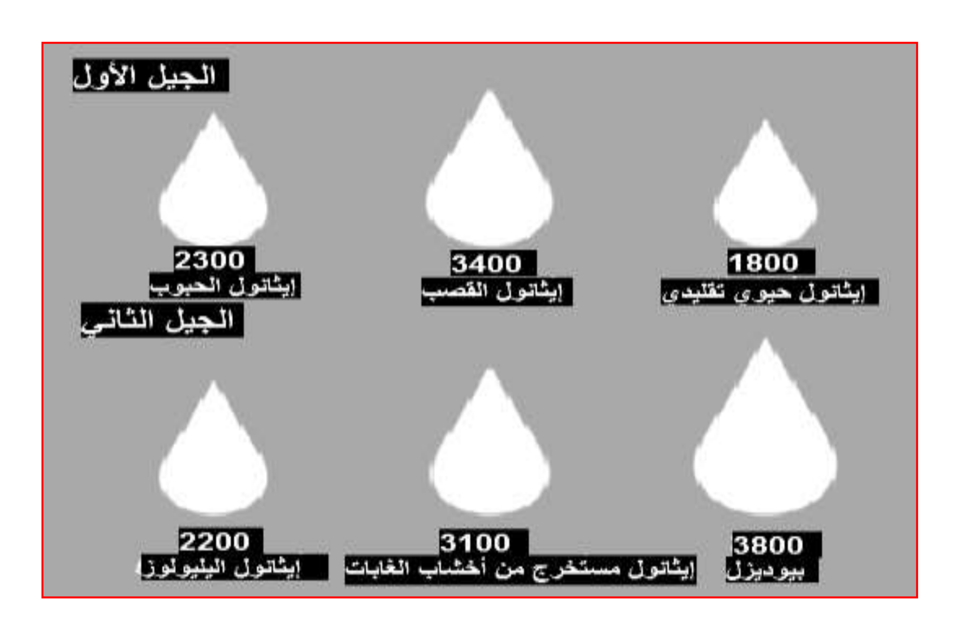
المصدر: OECD 2009

تبلغ كميات المياه المستهلكة في الإنتاج الزراعي كبخر نتح (بخر من سطح التربة ونتح من أوراق النبات) حوالي 7130 كم³(أي 7130 مليار متر مكعب) بدون نباتات الوقود الحيوي. تستهلك نباتات الوقود الحيوي حاليا كميات تبلغ 100 كم³أي نحو 1.5٪ من الكميات المستهلكة في الإنتاج الزراعي ككل. وتزيد هذه النسب في الزراعات المروية (غير المطرية) نتيجة للمعدل العالي لاحتياجات محصولي قصب وبنجر السكر ومعهم محاصيل الزيوت أيضا من المياه العذبة واللذان يعتبران المحاصيل الأساسية مع الذرة لإنتاج الإيثانول والديزل الحيوي. وتبلغ كميات المياه العذبة المستخدمة في ري الحاصلات الزراعية (أي الزراعات المروية فقط دون حساب مياه الزراعات المطرية) في العالم 2630 كم³ في حين تبلغ الكميات المستخدمة في إنتاج حاصلات الوقود الحيوي 44 كم³ بنسبة 2٪ فقط من المياه العذبة الكلية المستخدمة في الري. ويمكن تقدير كمية المياه اللازمة لإنتاج لتر واحد من الإيثانول الحيوي بما يعادل 2700 لتر كبخر نتح إضافة إلى 1200 لتر من ماء الري. وتختلف هذه الكميات اختلافا كبيرا باختلاف منطقة الإنتاج، فعلى سبيل المثال يعتمد إنتاج الوقود الحيوي في القارة الأوروبية على مياه الأمطار الغزيرة وبالتالي تكون الكميات المسحوبة من المياه للري صغيرة للغاية (زراعة مطرية فقط). في الولايات المتحدة أيضا حيث تصنف غالبية الولايات المنتجة للوقود الحيوي على كونها مناطق غزيرة الأمطار فإن إنتاج الذرة كمحصول رئيسي لإنتاج الوقود الحيوي لا يستنزف أكثر من 3٪ فقط من ماء الري أي ما يعادل 400 لتر فقط من ماء الري (بخلاف مياه الأمطار) لإنتاج لتر واحد من الإيثانول. وفي المقابل نجد أن البرازيل تستهلك كميات أكبر من مياه الري في زراعات قصب السكر نتيجة لمناخها الاستوائي الحار غي بعض مناطقها قليلة الأمطار، إضافة إلى احتياج هذا المحصول إلى الري جزئيا خلال موسم الجفاف، لذلك نجد أن إنتاج محصول قصب السكر يستنزف ما يقرب من نصف كميات مياه الري في البرازيل (جدول 48) لاستخدامه في إنتاج الإيثانول الحيوي.

في الصين يستهلك نبات الذرة نحو 2400 لتر من ماء الري لإنتاج لتر واحد من الإيثانول، والتي تستهلك نحو 2٪ من مواردها المائية في ري حاصلات الوقود الحيوي. وفي حين تستهلك الهند حوالي 3500 لتر من المياه العذبة في إنتاج لتر واحد من الإيثانول من محصول قصب السكر نجد أن هذا الرقم ينخفض في البرازيل إلى 1150 لتر ماء عذب فقط نتيجة لغزارة المحصول في البرازيل عن مثيله في الهند بما يوضح اختلاف كميات المياه اللازمة لإنتاج لتر الوقود الحيوي باختلاف منطقة الإنتاج.

شكل رقم (94)

معدلات إنتاج الوقود الحيوي واستهلاكه للمياه في الجيل الأول والثاني



ومن أهم الأمور المبشرة في الجيل الثاني لحاصلات الوقود الحيوي هو إمكانية إستخدام المياه الهامشية ومياه الصرف الصحي والصناعي المعالجة أو غير المعالجة أو المعالجة أوليا فقط لري الأشجار غير الغذائية من الجاتروفا والبونجاميا والأشجار الخشبية والحشائش والأحراش النامية على البحيرات واللاجون المالحة أو متوسطة الملوحة بما سيوفر كميات كبيرة من المياه العذبة وبما سيوفر أيضا مبالغ كبيرة وجهدا للتخلص من مياه الصرف الصحي والصناعي أو تسببها في تلوث المياه العذبة الجارية للأنهار والبحيرات كما في أوغندا في تلوث بحيرة فيكتوريا أو في مصر في تلوث مياه نهر النيل بمياه الصرف الصحي والصناعي وبالتالي العمل على تحسين صحة البشر.

بعض من هذه الأشجار تعمل أيضا تحت ظروف الغمر المائي وبالتالي يمكن أن تكون وسيلة جدا للتخلص وعلاج مساحات كبيرة مغمورة بالمياه كما في أوغندا أو في واحة سيوة في مصر التي تتدفق فيها المياه بشدة من تحت الأرض ولا يوجد لها منفذا للصرف وبالتالي أصبحت تغمر نصف واحة سيوة الآن.

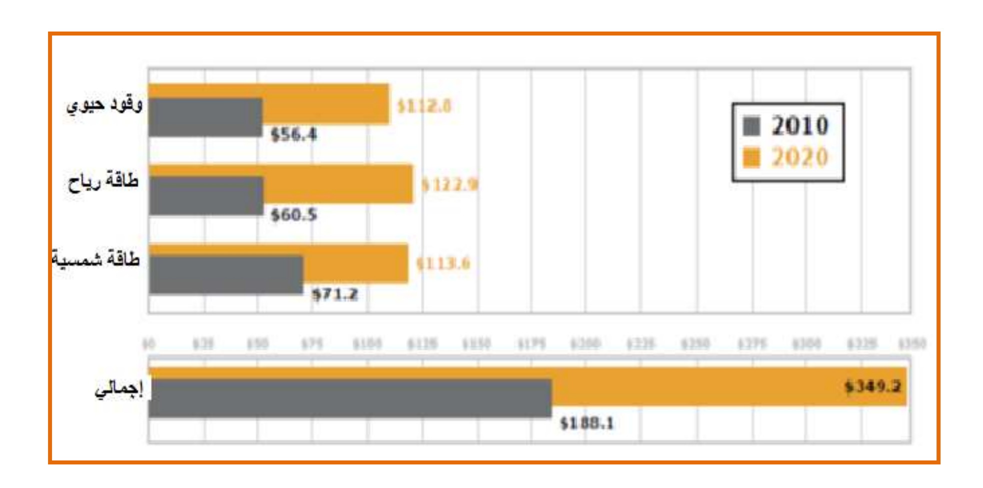
المشكلة الأكبر في إنتاج الوقود الحيوي من الجيل الثاني هو التكلفة الرأسمالية الكبيرة والتقنيات التكنولوجية المتقدمة حيث يقدر إنشاء مصنع لإنتاج الإيثانول الحيوي من سليولوز المخلفات الزراعية برأس مال يتراوح بين 250 – 375 مليون دولار للمصنع الذي ينتج 50 مليون جالون سنويا بالمقارنة برأس مال لا يزيد عن 67 مليون دولار لمصنع إنتاج الإيثانول الحيوي من الذرة لنفس حجم هذا الإنتاج. وبالمثل أيضا فإن إنتاج البيوديزل من الطحالب مكلف للغاية بما يعادل نحو 2.8 دولار أمريكي لكل لتر من الديزل الحيوي يمكن استخراجه من الطحالب في حال استخدام تقنيات متقدمة وتقليل تكاليف الإنتاج إلى أدني مستوياتها عند الإنتاج على مقياس تجاري واسع.

دور الوقود الحيوي كمصدر للطاقة المستقبلية

كما سبق ذكره في الأبواب السابقة فإن الاستثمار في الطاقات الجديدة والمتجددة يشهد طفرة كبيرة عالميا سواء في الكهرباء المولدة من الرياح أو الطاقة الشمسية أو الوقود الحيوي. فقد سجلت الاستثمارات في الوقود الحيوي عام 2010 نحو 56.4 مليار دولار أمريكي ومن المتوقع أن تصل إلى نحو 130 مليار دولار عام 2020 كما يوضح الشكل التالي الصادر عن الوكالة الدولية للطاقة عن مستقبل الطاقات الجديدة حتى عام 2020.

شكل رقم (95)

الاستثمارات المتوقعة في إنتاج الطاقات النظيفة حتى 2020.



المصدر: Clean Edge Inc. 2011.

يتوقف مستقبل استخدام الطاقة على العديد من العوامل أهمها مستوى نمو الدخل القومي وسعر الطاقة، وكلاهما من الصعب التنبؤ به. فعلي سبيل المثال فإن اقتصاديات وعدد سكان كل من الهند والصين ستستمر في النمو وبالتالي سيزداد احتياجاتها للزيوت بشكل كبير. وتقدر هيئة الطاقة الدولية زيادة الحاجة إلى الزيوت بنسبة 60٪ حيث سترتفع من 4500 بليون لتر عام 2002 إلى 7700 بليون لتر عام 2030. الهند والصين سيكونان مسئولتان عن 68٪ من هذه الزيادة طبقا لعدد سكانهما اللذان يمثلان ثلث سكان العالم (1200 مليون للهند مقابل 1400 مليون للصين). الزيوت المستخدمة في موتورات وسائل النقل والمواصلات تمثل نسب محسوسة من الحاجة إلى الزيوت تصل إلى 30٪.

ويمثل استهلاك الجازولين عالميا حاليا نحو 1200 بليون لتر في العام طبقا لتقديرات عام 2006. ويمثل الجدول التالي احتياجات عدد من الدول للوقود البترولي والوقود الحيوي ومستقبل نمو احتياجات كل منهما. وفي ظل سيناريو اعتمد على أساس تبني الحكومات العالمية لدعم التوسع في إنتاج الوقود الحيوي فإنه من المتوقع أن تصل نسبة مشاركة الوقود الحيوي للوقود البترولي نحو 7.5٪ بما يعادل 140 بليون لتر بحلول عام 2030.

جدول رقم (49)

نمو استهلاك وإنتاج الجازولين والوقود الحيوي حتى عام 2030.

الدول	الجازولين بليون لتر/سنة			مساهمة الوقود الحيوي ٪		الوقود الحيوي بليون لتر		
	2002	2030	٪ النمو السنوي	2005	2030	2005	2030	٪ النمو السنوي
كندا وأمريكا	500	667	٪1.0	٪1	٪5	13.1	51.3	٪5.6
الاتحاد الأوروبي	131	150	٪0.5	٪2	٪10	3.8	23.0	٪7.5
الصين	50	128	٪3.4	٪3	٪9	3.6	17.7	٪6.5
الهند	24	54	٪2.9	٪3	٪10	1.7	8.3	٪6.4
أفريقيا	23	59	٪3.4	٪1	٪2	0.4	1.8	٪6.0
البرازيل	17	35	٪2.5	٪44	٪65	15.1	34.5	٪3.4
إندونيسيا	12	25	٪2.8	٪1	٪2	0.2	0.8	٪6.3
العالم	1164	1747	٪1.5	٪2.1	٪7.5	38.7	141.2	٪5.3

المصدر: الهيئة الدولية للطاقة 2005.

استمرار تنامي إنتاج الوقود الحيوي سيستمر أيضا خلال المستقبل القريب والبعيد فقد وصل العالم إلى نقطة اللاعودة في إنتاج الطاقات الجديدة والوقود الحيوي. فقد وافقت جميع دول الإتحاد الأوروبي السبع والعشرون على زيادة إنتاج الطاقات المتجددة بنسبة 20٪ على الأقل حتى عام 2020 وبنسبة 10٪ لكل دولة على حدة. وطبقا لهذا القرار فإن نحو 195 مليون مكافئ من الوقود الحيوي للوقود البترولي ينبغي تدبيرها للوصول لهذه المعدلات بما يعادل ضعف المعدلات المستخدمة وقت اتخاذ القرار عام 2009. من هذه الكمية مقدر أن يتم إنتاج نحو 173 مليون طن مكافئ للوقود البترولي المكافئ (الإيثانول والديزل الحيويين) من داخل دول الإتحاد الأوروبي وأن تأتي 22 مليون طن بترولي مكافئ من خارج دول الإتحاد بالاستيراد.

بالإضافة إلى ما سبق فإنه من المتوقع أن يتضاعف إنتاج الوقود الحيوي عام 2017 عن مثيله في عام 2007، حيث من المقدر أن يصل الإنتاج إلى 127 بليون لتر من الإيثانول الحيوي ونحو 24 بليون لتر من الديزل الحيوي. معظم هذه الكميات سوف تنتج بشكل أساسي في الولايات المتحدة الأمريكية ودول الإتحاد الأوروبي البرازيل والصين، وكميات محسوسة أيضا سوف تنتج في إندونيسيا والهند وأستراليا وكندا وتايلاند والفلبين واليابان وجميعهم سوف يتحولون إلى دول كبرى في إنتاج الوقود الحيوي في المستقبل القريب (UNEP 2009). بعض التوقعات العالمية تشير إلى أن الإنتاج العالمي من الوقود الحيوي والبالغ 58.6 مليون طن بترولي مكافي في عام 2010 سوف يصل إلى 235.1 مليون طن بترولي مكافئ في عام 2030، وبما يعادل 300٪ خلال العشرين عاما المقبلة. هذه الزيادات سوف تعتمد كثيرا على مدي توفر الأراضي الزراعية اللازمة لزراعات الوقود الحيوي ومدى وفرة أو شحة الغذاء العالمي ثم النقص أو ندرة المياه العذبة السطحية والجوفية وتغيرات المناخ وما يحدث من تحسن فيه وتخفيض الانبعاثات الحرارية والغازية خلال هذه الفترة. علي سبيل المثال فقد قدرت احتياجات التربة اللازمة للتوسع في زراعات الوقود الحيوي والتي بلغت 13.8 مليون هكتار في عام 2004 ولا تمثل أكثر من 1٪ من المساحات المحصولية في العالم، زادت إلى 26.6 مليون هكتار عام 2007 ثم من المتوقع أن تصل إلى 10٪ من المساحة المحصولية في العالم عام 2030 بما يعادل 138 مليون هكتار ممثلا خطورة كبيرة على الإنتاج الغذائي العالمي. توفير 10٪ من الوقود الحيوي للنقل والمواصلات في دول العالم سوف يتطلب زراعة 40 مليون هكتار من زيت النخيل ونحو 299 مليون هكتار من فول الصويا.

بالإضافة إلى ذلك فإنه في عام 2030 وإذا ما نشطت زراعات الجاتروفا في العالم كمصدر مهم لإنتاج الوقود الحيوي في العالم فإن العالم سوف يحتاج مساحات تتراوح ما بين 201 إلى 421 مليون هكتار لزراعات فول الصويا والذرة وقصب السكر تمثل ما بين 14.2٪ إلى 30.2٪ من المساحة المحصولية في العالم أي أن الوقود الحيوي يمكن أن يسيطر على ثلث مساحات الزراعة العالمية على حساب إنتاج الغذاء العالمي (Ravindranath et al. 2009).

التأثير المستقبلي للوقود الحيوي على الترب الزراعية المياه والغذاء

السيناريو العالمي يهتم حاليا بدراسة مدى تأثير مضاعفة إنتاج الوقود الحيوي بمعدل أربعة أضعاف إنتاجه الحالي حتى عام 2030 على استهلاكه للترب الزراعية والمياه العذبة ثم تأثيره على مدي وفر الغذاء العالمي وأسعاره المستقبلية والذي يوضحه الجدول رقم (50).

تشير التوقعات الموضوعة لسيناريو إنتاج محاصيل الغذاء في العالم طبقا للتكنولوجيات المتوفرة حاليا وتوقع حسن استغلال للموارد المائية والأرضية المتاحة بأن إنتاج محصول الذرة سوف يصل إلى 890 مليون طن عام 2030 لمجابهة احتياجات الغذاء البشري وتغذية الحيوان بزيادة مقدارها 40٪ عن محصول عام 2005. معظم الزيادة في إنتاج الذرة ستوجه إلى الإنتاج الحيواني لمجابهة الحاجة المتزايدة للحوم نتيجة لزيادة متوسطات الدخول بسبب التنمية الحضارية وزيادة الدخول المتوقعة.

محصول العالم من قصب السكر سوف يرتفع إلى 2460 مليون طن بزيادة مقدارها 35٪ عن محصول عام 2005.

الوقود الحيوي سوف يحتاج إلى 180 مليون طن من الذرة و 525 مليون طن من قصب السكر و 50 مليون طن من محاصيل الزيوت، وهذه الكميات تمثل نسب 20٪، 25٪، 80٪ من الإنتاج الحالي للذرة وقصب السكر ومحاصيل الزيوت على التوالي (جدول 9).

جدول رقم (50)

مدى التأثير على ثلاثة محاصيل للغذاء نتيجة لاستخدامها في الوقود الحيوي

المحصول	الإنتاج العالمي عام 2030 مليون طن	احتياجات إنتاج الوقود الحيوي بالمليون طن	٪ الزيادة المطلوبة لتحقيق احتياجات الوقود
الذرة	890	177	٪20
قصب السكر	2136	525	٪25
بذور اللفت	64	51	٪80

المصدر: Fraiture 2006, and Fraiture et al. 2006

وطبقا لهذا السيناريو المستقبلي فمن المتوقع أن يحتاج إنتاج هذه الكميات من الحاصلات الزراعية اللازمة لإنتاج الوقود الحيوي إلى 30 مليون هكتار إضافية في حين ستحتاج محاصيل الغذاء إلى 1400 مليون هكتار. كما ستحتاج حاصلات الوقود الحيوي إلى حوالي 170 كم³ من المياه مقارنة بكميات 7600 كم³ لحاصلات الغذاء، إضافة إلى 180 كم³(أي مليار) من مياه الري بالمقارنة بكمية 2980 كم³ لحاصلات الغذاء. هذه الاحتياجات الإضافية من المياه التي تحتاجها حاصلات الوقود الحيوي ستتراوح بين 2 إلى 5٪ من كميات المياه العذبة المستغلة حاليا وبالتالي فمن المتوقع طبقا لهذا السيناريو ألا تؤدي إلى تغيرات جوهرية في السياسات الزراعية أو نقص مؤثر في الموارد المائية للعالم.

دولتان فقط تخرج عن هذا التصور المستقبلي هما الهند والصين ذاتا الكثافة السكانية المرتفعة، حيث ستحتاج الصين إلى زيادة إنتاجها من الذرة بنسبة 26٪، بينما ستحتاج الهند إلى زيادة مقدارها 16٪ من محصول قصب السكر. هذا يعني احتياج الصين إلى كميات إضافية من المياه تبلغ 35.1 كم³ في حين تحتاج الهند إلى 29.7 كم³ وكلاهما يعاني حاليا من قصور شديد في الموارد المائية وليس لديه وسيلة لتدبير هذه الاحتياجات من المياه.

والجدول التالي يوضح المساحات الزراعية اللازمة لإنتاج حاصلات الوقود الحيوي في عام 2030.

جدول رقم (51)

مساحات التربة اللازمة لإنتاج حاصلات الوقود الحيوي عام 2030.

المنطقة	مساحات التربة اللازمة لإنتاج 10 ٪ من البيوديزل بالمليون هكتار			مساحات التربة اللازمة لإنتاج 10 ٪ من البيوايثانول بالمليون هكتار		
	جاتروفا	زيت نخيل	فول صويا	ذرة	قصب سكر	ذرة سكرية
دول التعاون والتجارة	73	20	152	62	29	49
باقي العالم	70	20	147	60	28	47
العالم	143	40	299	122	58	96

المصدر: Biofuel and Trade 2011. 10٪ تعني من إجمالي استخدامات الديزل في العالم

هل يمكن أن يحل الجيل الثاني والثالث محل الجيل الأول قريبا؟!

بعد كل ما عرضناه فقد يتساءل البعض عن دور مستقبل إنتاج الوقود الحيوي من المخلفات الزراعية والطحالب ومخلفات أشجار الغابات ونواتج تنظيفها وبالتالي توفير الغذاء لاستهلاك البشر في العالم والذي سوف يتجاوز تعداده 9 مليار نسمة في عام 2050 وبالتالي زيادة إنتاج الغذاء بالنسب التي ذكرناها أنفا. للأسف لن يتحقق هذا على الأقل خلال العشرين عاما القادمة نتيجة لارتفاع أسعار الوقود الحيوي المنتج من المخلفات الزراعية والطحالب وكذا ارتفاع الاستثمارات اللازمة لبناء مصانع الإنتاج والتكرير كما أوضحنا. وعلى ذلك فإن الجيل الأول للوقود الحيوي سوف يظل هو الغالب في إنتاج الوقود الحيوي وبنسبة 95٪ حتى عام 2020 وبنسب تتراوح بين 90 – 95 بين عامي 2030 – 2050 بما يعني زيادة استهلاك الغذاء البشري في إنتاج الطاقة بما سوف يتسبب بالتأكيد في ندرة الغذاء وكذلك في ارتفاع أسعاره بشكل كبير.

ويوضح الشكلان التاليان المواد الزراعية الخام المستخدمة في إنتاج الإيثانول الحيوي ثـم في إنتاج مجمل الوقود الحيوي وهي بشكل غالب ستكون مـن الأغذيـة الأساسـية والإسـتراتيجية للبشر وتوضح كيف أن استخدام الغذاء من السكر وزيوت الطعام والقمـح والحبـوب الخشـنة خاصة الذرة والذرة الرفيعة السكرية وزيوت الخضروات سـوف تـزداد كمياتهـا المسـتخدمة في إنتاج الوقود الحيوي خلال الفترة القادمة وسيكون ذلك على حساب غذاء البشر.

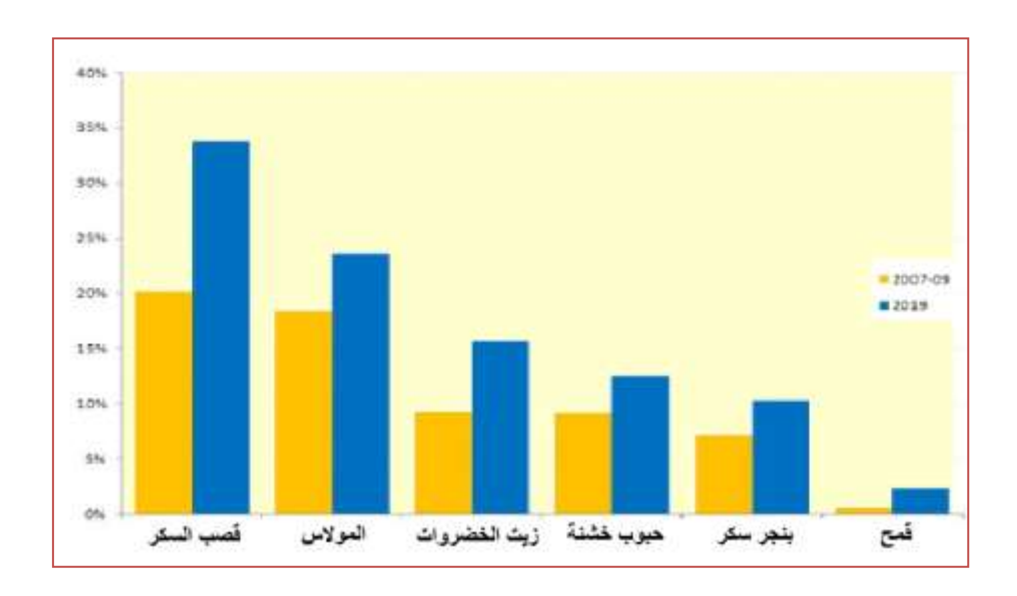
شكل رقم (96)

المواد الزراعية الخام المستخدمة في إنتاج الإيثانول الحيوي حتى عام 2019.



شكل رقم (97)

المواد الزراعية الخام المستخدمة في إنتاج الوقود الحيوي حتى عام 2019.







الوقود الحيوي وأجياله الجديدة



مصر ومعترك الوقود الحيوي

هل يمكن لمصر أن تنتج الوقود الحيوي؟

تعاني مصر حاليا من قصور في كل من الموارد المائية والأرضية والطاقة والمحروقات. فعلى الرغم من أن المساحة الكلية لمصر تبلغ 238 مليون فدان (مليون كيلومتر مربع) إلا أن المستغل زراعيا منها حاليا لا يتجاوز 8.6 مليون فدان طبقا للتصريحات الرسمية للدولة ولكن منظمة الأغذية والزراعة تعتقد أنها لا تزيد عن 7.25 مليون فدان،وبنسبة 3.5٪ من المساحة الكلية، حيث أن أكثر من 80٪ من مساحة مصر تشغل بالجبال أو الصحاري الصخرية أو الخالية من مصادر المياه، وحتى باقي المساحة القابلة للاستصلاح والزراعة والتي لا تتجاوز خمسة ملايين فدان لا يتوفر لها الموارد المائية اللازمة لزراعتها بالكامل لأن مواردنا المائية لا تستطيع أن تغطي أكثر من 10.5 مليون فدان كحد أقصى ومع اتخاذ كل الاحتياطات الواجبة نحو تحسين خدمة المياه والتربة ورفع كفاءة الري وزيادة قدرة التربة على الاحتفاظ بالمياه للحصول على أقصي محصول من أقل كمية مياه.

تبلغ الموارد المائية الكلية الحالية لمصر نحو 70 مليار متر مكعب من المياه سنويا منها 55.5 مليار متر مكعب حصتها السنوية من مياه النيل والباقي من المياه الجوفية ومن إعادة استخدام مياه الصرف الزراعي في الري خاصة في أراضي دلتا نهر النيل والتي تبلغ مساحتها نحو 65٪ من إجمالي الأراضي الرسوبية النهرية القديمة وقدر قليل من الأمطار لا يتجاوز 1.3 مليار متر مربع سنويا تسقط على السواحل الشمالية والدلتا المصرية. تخصص من هذه الكميات من المياه نحو 17 مليار متر مكعب في الاستخدام المنزلي والمحليات (مستشفيات ومدارس وجامعات ودواوين حكومية وحدائق عامة....الخ) والقطاع الصناعي بالإضافة إلى نحو 3 مليار متر مكعب سنويا للحفاظ على منسوب ثابت لنهر النيل للملاحة النهرية وللحفاظ أيضا على متوسط سرعة مناسبة لجريان مياه النهر تحفظها من التعطن ونمو الفطريات، وبذلك لا يتبقى للقطاع الزراعي أكثر من 50 مليار متر مكعب فقط.

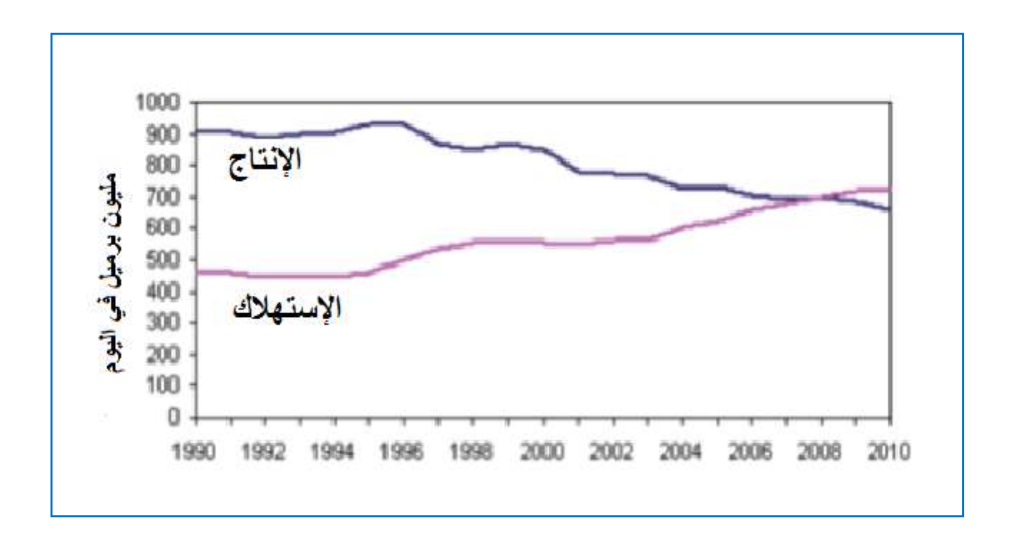
وطبقا لتقديرات منظمة الأغذية والزراعة بأن متوسط احتياجات الأراضي الزراعية من المياه في المناطق الجافة وشبه الجافة والتي تقع مصر في نطاقها، يجب ألا يقل عن خمسة آلاف متر مكعب للفدان سنويا حتى لا تتحول هذه الترب الزراعية إلى التمليح والبوار بسبب المناخ الحار ومعدل التبخير العالي للمياه من سطح التربة والمسطحات المائية، وبالتالي فإن كميات المياه المخصصة للقطاع الزراعي في مصر لا تكفي طبقا لأكثر التقديرات تفاؤلا إلا لري مساحات تتراوح بين 10 إلى 11 مليون فدان فقط يزرع منها حاليا 8.6 مليون فدان وبالتالي لا يمكن التوسع الزراعي في ظل الموارد المائية الحالية إلا بإضافات مساحات تتراوح بين 2 إلى 2.5 مليون فدان فقط للوصول بالمساحة الزراعية الإجمالية إلى 10.5 مليون فدان.

وفي خلال السنوات لثلاث الماضية زاد استهلاك مصر من الوقود بدرجة كبيرة وبدأ يظهر نقص وأزمات متكررة في السولار والبوتجاز والبنزين بشكل كبير في الشارع المصري حتى أنه مع شهر ديسمبر 2012 تحولت مصر فعليا وبقرار منشور في الجريدة الرسمية للدولة من دولة مصدرة للغاز خلال الثلاثين عاما الماضية إلى دولة مستوردة له. ظهر ذلك في الانقطاع المستمر للتيار الكهربي بسبب نقص إمدادات محطات توليد الكهرباء بالغاز الطبيعي والسولار والمازوت بسبب استيرادهم من الخارج والعجز في العملات الأجنبية والاحتياطي الإستراتيجي النقدي من الدولار في البنك المركزي.

ويظهر الشكل التالي كيف أن مصادر إنتاج الطاقة في مصر قد نقصت وبشكل كبير عن احتياجات المستهلك المطلوبة بدء من عام 2009 وبالتالي مدى الحاجة إلى التوسع في زيادة إنتاج الطاقات الجديدة والمستدامة من الشمس والرياح ونوويا للكهرباء ومن الوقود الحيوي للوقود السائل.

شكل رقم (98)

تنامي الاستهلاك عن الإنتاج في البترول ومنتجاته في مصر



المصدر: وزارة البترول – مصر 2011. و lean Energy Development in Egypt 2012; African Development Bank (2012).

ويبلغ متوسط نصيب الفرد حاليا في مصر من إجمالي الموارد المائية التي تضم المياه العذبة وإعادة استخدام مياه الصرف الزراعي والصحي والصناعي حوالي 820 متر مكعب/ سنة (70 مليار متر مكعب مياه مقسومة على 85 مليون نسمة)، أما نصيب الفرد من مياه النيل فقط والتي هي مصدر جميع الموارد الأخرى من الصرف الصناعي والزراعي والصحي فلا تتجاوز 650 متر مكعب للفرد سنويا، بما يعني تصنيف هذه الحصة إلى كون مصر تعاني من ندرة المياه وطبقا لحد الندرة طبقا لتقديرات منظمة الأغذية والزراعة 1000 متر مكعب للفرد سنويا. ومن المتوقع أن ينخفض نصيب الفرد من المياه في مصر من إجمالي مواردنا المائية (نيل – جوفية صرف زراعي وصحي – أمطار) إلى 650 متر مكعب عام 2030 ثم إلى 540 متر مكعب عام 2050 عندما يصل تعداد مصر إلى 120 مليون نسمة طبقا لمتوسط الزيادة السكانية الحالية، وإلى 460 متر مكعب للفرد من مياه النيل فقط بما يعني دخولنا عصر القحط المائي وليس حد الندرة فقط.

وعلى ذلك فمصر لا تصنف ضمن بلاد الوفرة الزراعية بل ضمن بلاد الفقر المائي ثم الفقر الأرضي أيضا من الأراضي الزراعية الخصبة أو الأراضي القابلة للزراعة، ولا نحقق فائضا للتصدير إلا في القليل من الحاصلات الزراعية مثل الأرز المستنزف للمياه والموالح والبصل والبطاطس والثوم وبعض الخضروات الطازجة والقليل من الفاكهة، والتي يفرض عليها حظرا من دول أوروبا من وقت لآخر.

وحول الحاصلات الزراعية المستخدمة في إنتاج الوقود الحيوي وإنتاج مصر منها، نجد أن مصر تستورد نحو 70٪ من احتياجاتها من القمح بكميات وصلت في عام 2012 إلى 11 مليون طن سنويا من إجمالي استهلاكنا البالغ 15 مليون طن سنويا بمعدل استهلاك 175 كجم للفرد محتلين قمة قائمة الدول الأكبر استيرادا للقمح في العالم. وبالمثل نستورد أيضا نحو 92٪ من احتياجاتها من زيوت الطعام وحوالي 32٪ من احتياجاتها من السكر إضافة إلى 50٪ من احتياجاتها من الذرة بمعدل 5.2 مليون طن سنويا نحتل بها المركز الرابع عالميا في قائمة الدول الأكبر استيراد للذرة في العالم، وبالتالي فلا أمل لمصر في دخول معترك إنتاج الوقود الحيوي من مثل هذه الحاصلات لأنها تنتج فقط في البلاد التي لها وفرة إنتاج منها.

المحاصيل التي يمكن استخدامها في مصر لإنتاج الوقود الحيوي

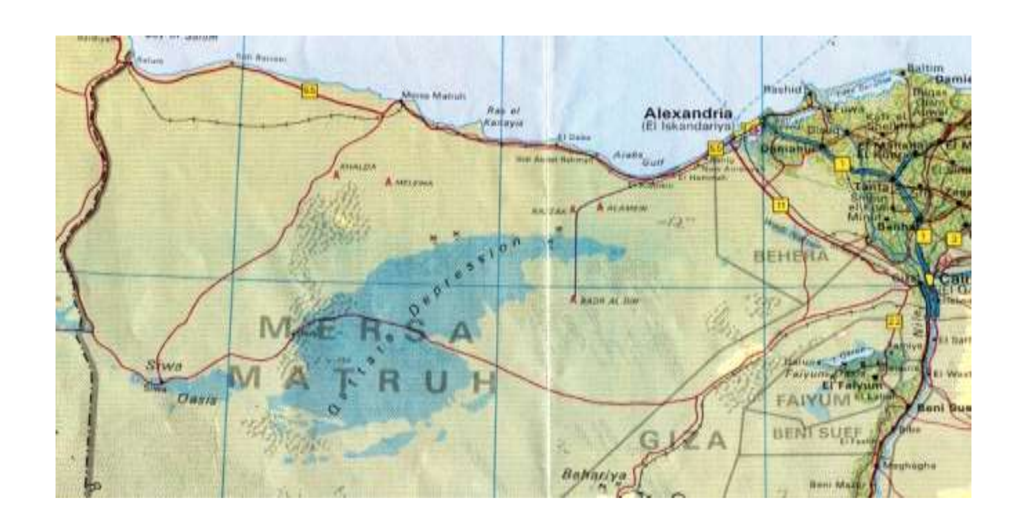
يتبقى لمصر أمل في دخول هذا المعترك خاصة في إنتاج الديزل الحيوي بشكل أساسي وبدرجة قليلة الإيثانول من خلال عدد قليل من الحاصلات والمواد الأخرى ومنها:-

أشجار الجاتروفا

وهي أشجار صحراوية تستطيع النمو في جميع أنـواع التـرب الصـحراوية والقاحلـة وتتحمـل تركيزات مرتفعة من ملوحة التربة وماء الـري وإنتاجهـا غزيـر ولا تحتـاج إلى خبـرات كبيـرة في زراعتها أو تقنيات عالية في معاملاتها الزراعية، وتنتج ثمارا تحتوي على نحو 40٪ من وزنها زيت قابل للتحول إلى ديزل حيوي وينتج معدلات عالية للهكتار من الديزل الحيوي تصـل إلى 2000 لتر. وتعتبر هذه الأشجار هي الأمل الأكبر لمصر لزراعتهـا في الأراضـي الصـحراوية والقاحلـة ومنطقة سهل الطينة والمناطق الساحلية الشـمالية شـديدة الملوحـة والقلويـة خاصـة المنـاطق المحيطة ببحيرة مريوط والمناطق القاحلة بين الإسكندرية ورشيد وعلى طول السواحل المالحة للدلتا المصرية وكذا شواطئ قناة السويس التي تتميز بالملوحة العالية من رشح القناة. المنطقـة الواعدة التي اقترحناها على كبار المسئولين في مصر هي محافظة الوادي الجديد والتي تضم مـن 1.5 إلى 2 مليون فدانا من الأراضي الملحية والتي تضم أيضا آبارا جوفية مرتفعة الملوحة وهـي مساحة كافية لإنتاج ما يكفي مصر والمنطقة العربية من الديزل الحيوي خلال زمن قريب. هناك أيضا واحة سيوة بأراضيها المغمورة أو المالحة والتي يمكن استغلالها أيضـا في زراعـة أشـجار الجاتروفا غزيرة الإنتاج وإقامة عدة مصانع للوقود الحيوي تكون كافية لإنتاج كميات كبيرة مـن السولار تأخذ بمصر إلى الاكتفاء الذاتي الكامل منه بدلا من الكميات الكبيرة التي نستوردها مـن الخارج منه ثم يتبقى جزءا كبيرا للتصدير من هذا المنتج الحيـوي الـذي يعتبـر أعـلى سـعر مـن البنزين في جميع دول العالم.

شكل رقم (99)

الأراضي المغمورة والملحية لواحة سيوة مرشحة لزاعات الوقود الحيوي



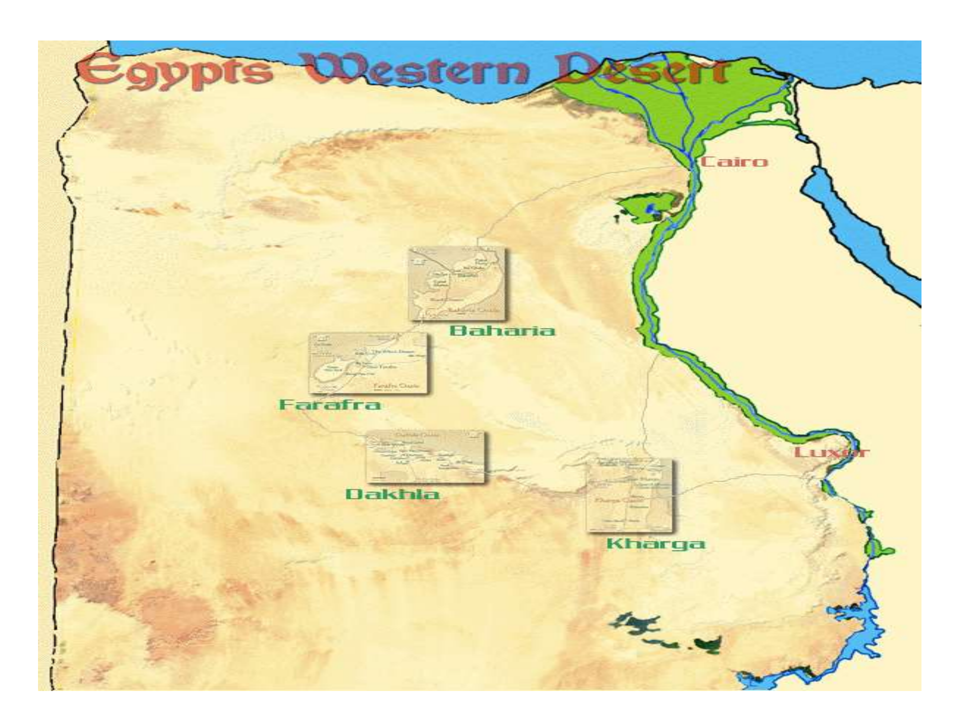
المصدر: جوجل ستالايت

نبات اللفت وبذوره.

نبات اللفت من النباتات قليلة الزراعة والاستهلاك في مصر رغم كونه نباتا محبًا للصوديوم ويمتص كميات كبيرة منه بما يساعد التربة على التخلص من قلويتها ومع ذلك فهو أيضا يجود في الأراضي القاحلة وقليلة القلوية ويمكن زراعته في الأراضي الهامشية والساحلية، ولكن من عيوبه فقط احتياجاته المائية العالية لذلك يفضل زراعته في المناطق الشمالية غزيرة الأمطار. هذا النبات جرى إحلاله خلال العشر سنوات الماضية بنباتات بنجر السكر لتصنيع السكر من البنجر في عدد من المصانع التي أقيمت بالفعل في عدة مناطق بالوجه البحري.

شكل رقم (100)

الوادي الجديد كنز ومستقبل مصر في إنتاج الوقود الحيوي والطاقة الشمسية



الدهون الحيوانية والبحرية

يمكن الاستفادة من مخلفات الدهون الحيوانية والبحرية الناتجة من تصنيع منتجاتها خاصة أن استهلاكنا من اللحوم الحيوانية مرتفع بشكل حاد وأننا نمتلك نحو 8 مليون رأس ماشية في مصر لا تكفي احتياجاتنا من اللحوم ونستورد نحو 60٪ من احتياجاتنا من اللحوم الحمراء، لذلك تم الإشارة فقط إلى الاستفادة من مخلفات الدهون الحيوانية بالمجازر والسلخانات سواء الداخلية أو في العين السخنة والمواني التي تستقبل المواشي لذبحها ومصانع تصنيع وتعليب اللحوم والأسماك.

مخلفات زيوت القلي في المطاعم والفنادق

العديد من دول العالم أدخلت تقنيات الاستفادة من الزيوت المستخدمة في القلي في المطاعم والفنادق المنتشرة في مختلف المدن والقرى والتي سبق أن عرضنا تجربة إنجلترا فيها، والتي عادة لا يستفاد منها ويتم التخلص منها في شبكة الصرف الصحي والتي تؤثر عليها تأثيرا سلبيا نتيجة لتلبدها وتجمدها في مواسير الشبكة. هذه التقنيات يمكن أن توفر لمصر أكثر من ثلاثة أرباع مليون طن من هذه الزيوت المستعملة والتي تدخل حاليا في إنتاج الوقود الحيوي عالميا دون تكلفة كبيرة أو تنافس مع الغذاء أو الترب الزراعية والماء لأنها استغلال لما هو وجود بالفعل.

بذور الخروع

حيث تدعم الهند ماليا حاليا عددا من المشروعات الزراعية في 15 دولة من دول غرب أفريقيا وبدعم فني برازيلي لإنتاج الديزل الحيوي من زيت الخروع والذي لا يستغل حاليا بشكل واسع في هذه المناطق إلا في القليل من المنتجات الطبية في بعض الأدوية الملينة، ونباتات الخروع منتشرة بشكل كبير في ربوع مصر كأشجار مستديمة الخضرة مزروعة بجوار الترع والمصارف وحول قنايات الري في الريف ويمكن التوسع في زراعتها على امتداد جميع الترع والمصارف في مصر ومعها ترع المشروعات الجديدة مثل مشروع ترعة السلام بطول 190 كم ومثلها ترعة النوبارية وامتدادها كترعة الحمام ثم ترعة جنوب الوادي وغيرها الكثير من الترع العمومية والفرعية ومعها الرياحات والمصارف العمومية والفرعية والحقليات بما ينتج لمصر ثروة كبيرة من بذور الخروع الغنية في الزيوت والتي لا تكلفنا شيئًا بعد زراعتها، بما يزيد من اقتصاديات إنتاج الديزل في مصر.

مخلفات محصولي البطاطس والبطاطا

تنتج مصر كميات كبيرة من البطاطس التي تغطى احتياجات السوق المحلي ويتبقى منها فائض كبير يصدر لدول أوروبا وعدد من الدول العربية. وهناك كميات ليست بالقليلة تصاب سنويا بأمراض القلب البني والتعفن وتصبح غير صالحة للبيع أو التصدير، كما أن هناك فاقد لكميات كبيرة في أسواق الجملة من ثمار البطاطس والبطاطا يمكن استغلالها في عملية تخمر النشويات وإنتاج جزء آخر من الوقود الحيوي على ألا يجور ذلك على احتياجات السوق المحلي والتصديري من الثمار السليمة. هذا الأمر يعتبر مهما للغاية لمصر للتحرر من عبودية الرفض المتكرر للأسواق الأوروبية والروسية للبطاطس المصرية وبما سيرفع أسعارها للمستهلك أو للتصدير بعد أن تقل الكميات المتاحة للتصدير منه في العالم.

المخلفات الزراعية

على مصر الدخول في معترك إنتاج الوقود الحيوي من مخلفات المحاصيل الحقلية الزراعية للجيل الثاني من الوقود الحيوي والذي يعتمد على استخدام المخلفات الزراعية والمكونة من مواد السليولوز والهيميسيليولوز واللجنين، وتحللها بالطرق البيولوجية والحرارية والكيميائية لإنتاج الوقود الحيوي. هذه الطريقة ستساهم في تقليل التلوث الجوي نتيجة لاستخدامها المخلفات الزراعية التي تحرق للتخلص منها منتجة كميات كبيرة من الغازات الكربونية والنتروجينية والتي تزيد كثيرا من التلوث الجوي وتسبب السحابة السوداء. ومن أهم الحاصلات التي يمكن أن تستخدم في هذا الغرض هي قش الأرز حيث يمكن استخدامه كمادة خام تنتج مادتين غاية في الأهمية وهما الوقود الحيوي والسليكا جيل، ثم حطب وتبن الفول، وقشرة حبة الأرز الناتجة في مضارب الأرز من ضرب وتبييض نحو 7 مليون طن أرز شعير كل سنة، وشواشي الذرة وجميع المخلفات الزراعية التي لا يستفاد منها حاليا. هذه التقنيات ما زالت مرتفعة الثمن واقتصادياتها على المحك حتى الآن ولكن ينتظر خلال السنوات العشر القادمة أن تصل إلى التقنيات الاقتصادية اللازمة لحسن استغلال هذه المخلفات بتكاليف نتاج اقتصادية.

بذور الزيتون وقشر الفول السوداني

ويمكن الحصول عليهما من معاصر زيت الزيتون ومقالي اللب والفول السوداني حيث يمكن استخدامهما ضمن تقنيات الجيل الثاني من الوقود الحيوي.

هل تسبب إنتاج الوقود الحيوي من الحاصلات الغذائية فعليا في زيادة أسعار الغذاء؟

حقائق وخفايا إنتاج الوقود الحيوي:

يمتلك الغرب العديد من الوسائل والابتكارات التي تساعده على امتلاك أسواق السلع بمختلف أنواعها سواء في الغذاء أو الطاقة أو الصناعة، كما يمتلك من الوسائل والأفكار ما يمكنه من التحكم في أسعار هذه السلع مستغلا طرق الدعاية المكثفة التي تصل إلى حد الملاحقة واستغلال حقائق يراد بها باطل. ولعل أهم وسائل الغرب في الدعاية لترويج سلعهم تتمثل في استغلال جهالة بعض شعوب الشرق وعدم وجود العقول القادرة على تحليل الظواهر والمعطيات والوصول إلى الحقائق الخفية وراء الدعايات الغربية في الترويج لمنتجاتهم أو لرفع أسعارها من آن لأخر. ويعتبر إنتاج الوقود الحيوي من حاصلات الغذاء هو أحدث استغلال من الغرب للدول النامية لرفع أسعار السلع الغذائية، ونجاحهم في بث الذعر بين أفراد شعوبها إلى درجة زيادة إقبالهم على استيراد السلع الغذائية رغم الارتفاع الكبير في أسعارها والذي تجاوز ثلاثة أضعاف أسعارها قبل أزمة الغذاء العالمي الأخيرة. فبالقراءة العاقلة والهادئة لمدخلات الحاصلات المستخدمة في إنتاج الوقود الحيوي يمكن أن نوضح سوء استغلال الغرب لإنتاج الوقود الحيوي من الغذاء في رفع الأسعار كما يلي:-

1. أن أبحاث الهندسة الوراثية وإنتاج العديد من الحاصلات الزراعية المعدلة وراثيا تشهد ازدهارا كبيرا في الغرب على جميع المستويات البحثية والتجارية ولكنها في المقابل تجد رفضا عارما لاستخدام هذه الحاصلات في الغذاء حتى داخل الدول المتقدمة المنتجة لها سواء في الولايات المتحدة أو الغرب الأوروبي أو حتى في الدول النامية والأفريقية التي ترفض شراء الحاصلات المعدلة وراثيا مهما كان سعرها منخفضا، وبالتالي بحث الغرب عن وسيلة يمكن أن تستوعب الكميات الكبيرة من السلع المعدلة وراثيا والتي مازلنا نخشى الكثير من عواقبها إذا ما استخدمت كغذاء للبشر

2. دون أن تُعطي الوقت الكافي لدراسة أثارها على المدى الطويل خاصة وأن هناك العديد من الأمراض الفيروسية التي ظهرت في العشرون عاما الماضية ودون مقدمات أو تاريخ مثل الإيدز والإيبولا والفيروسات الكبدية الوبائية وسارس وأنفلونزا الطيور والخنازير والتي يخشى أن تكون ناتج لعمليات هندسة وراثية لبعض الفيروسات الحميدة. وبالتالي فإن الوقود الحيوي كان وسيلة جيدة في استيعاب جميع الحاصلات الزراعية المهندسة وراثيا، وهذا أفضل من أن نشتري هذه السلع بعد تداولها في الأسواق العالمية لأن غالبية شعوب العالم الثالث المستوردة للغذاء ليست لديها لا الوسائل ولا الكوادر العلمية القادرة على اكتشاف السلع المعدلة وراثيا عند الكشف عليها قبل السماح بدخولها وتداولها. ينطبق هذا الأمر على حاصلات القمح والذرة وبذور اللفت وعباد الشمس وفول الصويا والبطاطس ومحاصيل أخرى ولكنه لا ينطبق فقط على زيت النخيل وقصب السكر والذي من الصعب هندستهما وراثيا خلال الفترات القصيرة الماضية.

3. يستخدم الوقود الحيوي أصنافا من الحاصلات الزراعية ذات الصفات المتدنية فمثلا تخصص حبوب القمح لإنتاج الوقود الحيوي إذا ما انخفضت نسبة البروتين بها عن 8٪ لأن نسبة المادة النشوية (وليس البروتين) هي المهمة في إنتاج الوقود الحيوي حيث يتم تحويلها إلى مادة سكرية قابلة للتخمر والتحول إلى إيثانول، وفي ذلك أيضا حماية لأسواقنا من دخول مثل هذه النوعية من القمح المنخفض البروتين لأن نسبة البروتين والجلوتين معا هما المسؤولتان عن المواصفات الجيدة لرغيف الخبز إضافة إلى نسبة امتلاء الحبوب بالمادة النشوية (وينطبق ذلك على الذرة وباقي الحبوب).

4. يستخدم الوقود الحيوي الحاصلات الزراعية ذات النوعيات المنخفضة المستخدمة في إنتاج الوقود الحيوي مثل القمح (وباقي الحاصلات والحبوب) ذات نسبة الحبوب المكسورة والضامرة والتالفة والمصابة حشريا والتي تزيد عن 10٪ متخطية بذلك النسب المستخدمة في إنتاج الخبز والتي يجب ألا تتجاوز فيها هذه النسب 5٪ فقط أو المستخدمة كعلف حيواني والتي تتراوح بها هذه النسب بين 5 – 10٪. وينطبق هذا الأمر كذلك على الذرة ومختلف أنواع الحبوب ومعها البذور الزيتية.

5. استوعب الوقود الحيوي جميع كميات زيت بذور اللفت والمعروف سابقا بأسم زيت الشلجم والذي طور أسمه حديثا إلى زيت الكانولا والذي لا يجد إقبالا من المستهلكين نتيجة لزيادة احتوائه على الحامض الدهني «إيروسيك» والذي له تأثيراته الضارة على وظائف الكلي رغم أن الأصناف الحديثة من بذور اللفت خالية من هذا الحامض إلا أن المستهلك عزف عنه تماما وبالتالي كان استخدامه في إنتاج الوقود الحيوي خيرًا لنا.

من ذلك يتبين أن الوقود الحيوي قد يكون له فضل في حماية أسواق الدول الفقيرة والمستوردة للغذاء من دخول مثل هذه الحاصلات المتدنية الصفات والقيمة الغذائية خاصة وأن دخول بعض السلع الغذائية إلى الدول النامية عبر الحجر الزراعي والصحي قد يخضع لعوامل أخرى غير الضمير الرقابي والصالح العام. ويشهد الواقع بأن استغلال الغرب لإنتاج الوقود الحيوي من الغذاء قد خلق ذعرا وهلعا كبيرين في الدول النامية حتى أنهم نجحوا في أن يزيدوا من الطلب على القمح في الأسواق العالمية بنسبة 85٪ رغم ارتفاع أسعاره بنسبة 300٪ خلال عام 2007 والنصف الأول من عام 2008 والذرة بنسبة 65٪ والزيوت بنسبة 100٪. هذا الذعر وصل إلى دولة عربية كبرى مثل مصر على مختلف مستويات صنع القرار بما أدى إلى طلب المسئولين بزيادة المخزون الاستراتيجي من القمح إلى خمسة أشهر بدلا من سبعين يوما فقط كما هو متبع منذ فترة طويلة بما ضاعف من استيرادها للقمح في وقت ذروة ارتفاع الأسعار عالميا رغم عدم وجود صوامع للتخزين في مصر تستوعب هذه الزيادة وبما أدي إلى تخزين القمح في شون مفتوحة وبالتالي زادت نسبة الفاقد والمهدر والفاسد بسبب الطيور والأمطار وسوء التخزين إضافة إلى مساهمة ذلك في رفع أسعار القمح في الأسواق العالمية.

ليس هذا دفاعا عن إنتاج الوقود الحيوي من الغذاء فلهذا الأمر أضرار أخرى عديدة ولكنه دعوة إلى إعمال العقل في التحليل والوصول إلى الحقائق والخفايا لندخل ضمن قائمة الشعوب التي ليس من السهل خداعها أو استغلالها لأن بلدا مثل مصر يمتلك الكثير من العقول العلمية النابهة والقادرة على حسن قراءة الأسواق وتحليل الظواهر العالمية بشكل منطقي وصحيح يمكن أن يوفر علينا الكثير من الأموال ويحمينا من الإصابة بذعر غير مبرر وكذا من استغلال الغرب لضحالة فكرنا أو تصورهم أن الذكاء منتج غربي فقط.

هل لدينا أراضي ومياه يمكن استغلالها في نتاج حاصلات الوقود الحيوي:

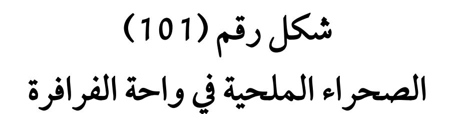
1. تستورد مصر حوالي 55 ٪ من إجمالي غذائها وبالتالي فهناك فجوة غذائية تحتاج إلى إنتاج المزيد من الغذاء بالاستفادة من كل نقطة ماء عذب وكل شبر تربة خصبة أو قابلة للزراعة مستقبلا.

2. تمتلك مصر بخلاف المساحة الزراعية القائمة (8.6 مليون فدان طبقا للتقديرات المصرية 7.25 مليون فدان طبقا للفاو FAO) نحو خمسة مليون فدان أراضي قابلة للزراعة بالاستصلاح ونمتلك مياه عذبة لاستصلاح نحو 2 مليون فدان منها فقط.

3. هناك مشروعات لتطوير الري في الدلتا وتنمية الموارد المائية في دول حوض النيل لتوفير 17 مليار متر مكعب مياه تكفي لري نحو 3 مليون فدان أخرى.

4. لا يجب زراعة حاصلات الوقود الحيوي في الأراضي الزراعية الحالية أو المستقبلية التي يمكن أن تصل إليها المياه العذبة لتخصيصها للغذاء.

5. يمكن زراعة حاصلات الوقود الحيوي في الأراضي القاحلة عالية الملوحة أو مرتفعة القلوية والتي ليس هناك أمل أو جدوى اقتصادية من إصلاحها مثل أراضي سهل الطينة وشريط الأراضي الزراعية الموازي لقناة السويس شرقا وغربا وأراضي سواحل المتوسط القاحلة (أراضي مريوط وعزبة البرج بدمياط ورشيد والبوصيلي) وأراضي الواحات ذات القشرة الملحية السطحية.



شكل رقم (101)

الصحراء الملحية في واحة الفرافرة



6. يمكن أيضا زراعتها في المناطق ذات آبار المياه المالحة (أراضي العريش ووسط وجنوب سيناء أراضي وآبار الواحات الغنية في الحديد) أو التي تملحت بعد استنزاف مياها العذبة مثل أراضي مزارع دينا ومعها العديد من أراضي طرق القاهرة إسكندرية الصحراوي وجميع أراضي وادي النطرون وأراضي الصحاري التي ليس هناك أمل في توصيل المياه العذبة عليها وذات آبار مالحة.

7. حواف المصارف الزراعية والترع خاصة بأشجار الجاتروفا وأشجار الخروع والبونجاميا.

8. أراضي الملاحات والسياحات في مدخل محافظة الإسكندرية وجنوب بورسعيد والأراضي المجاورة للبحيرات الشمالية المنزلة والبرلس ومريوط وأراضي اللاجون التي تصب فيها مخلفات الصرف الصحي أو مياه مخلفات الصرف الصناعي.

9. تنمية الفطر على العيون المائية المتفجرة في الأراضي المطبلة مثل أراضي واحة سيوة أو حول العيون الكبريتية المنتشرة في مصر.

❋ فوائد وعائد زراعة حاصلات الوقود الحيوي في الأراضي القاحلة غير المنتجة للغـذاء في مصر:

1. إضـافة مسـاحات جديـدة تحسـب ضـمن الأراضـي الزراعيـة المنتجـة وذات العائـد الاقتصادي المرتفع.

2. زيادة دخل المزارع وتحسين أحواله المعيشية.

3. ربط المزارعين بالقرى وبالأراضي المستصلحة بما يحد من الهجرة من الريف للمدن.

4. توفير العديد من فرص العمل باستثمارات قليلة استغلالا لموارد أرضية ومائية متاحة.

5. تحسين الميزان التجاري المصري وإضـافة مـوارد جديـدة للميزانيـة المصـرية لم تكـن متاحة من قبل.

6. تحقيق هدف سامي للدولة بالحد من الفقر في الريف نتيجـة زيـادة عائـداتها مـن زراعـة حاصلات الوقود الحيوي المربحة.

7. توفير قدر من استهلاكنا لوقود البترول يمكن أن يخصـص للتصـدير وتحقيـق الاكتفـاء الذاتي من الوقود الحيوي بمختلف أنواعه وربما للتصدير.



■ خاتمة ونظرة إلى المستقبل

أنظار العالم تتجه الآن وبشدة نحو البحث عن الطاقة البديلة والنظيفة لعصر ما بعد النفط والذي من المنتظر أن يشهد القرن الحادي والعشرون نهايته، وعلى الرغم من أن طاقة الرياح والطاقة الشمسية وطاقة المياه يمكن استغلالها بشكل تجاري واسع إلى جانب الطاقة النووية إلا أن العالم فضل الاتجاه إلى الطاقة الأسهل وهي الطاقة المستخرجة من الحاصلات الزراعية، والتي من الواضح أنها ستنافس الإنسان على طعامه وشرابه إن لم تكن هذه المنافسة قد بدأت فعلا. ولأن مصر وجميع دول العالم العربي تستورد ما يقرب من 50 – 70٪ من غذائها من الخارج وخاصة القمح والذرة والسكر والبقول والزيوت والزيوت والشحوم النباتية والحيوانية

والألبان المجففة ومنتجات الألبان واللحوم والدواجن والأعلاف، والبعض منها تتجاوز نسبة استيراده 90٪. ومن كل ما ورد بهذه الدراسة بشأن إنتاج إنجلترا وكندا والسويد للإيثانول الحيوي من القمح، وإنتاج إندونيسيا للديزل الحيوي من زيت النخيل، وإنتاج الولايات المتحدة للديزل من فول الصويا وعباد الشمس، وإنتاج الإيثانول في جميع دول الاتحاد الأوروبي من بنجر السكر وفي البرازيل وكوبا من قصب السكر، ودخول الذرة اللازم لإنتاج الأعلاف النباتية في معترك الوقود الحيوي في كل من الولايات المتحدة والصين، وبالتالي ارتفاع أسعار اللحوم والدواجن والألبان ومنتجاتها، وقبلها أيضا ارتفعت أسعار القمح بنسبة 90٪ في عام 2007 عن العام الذي سبقه، والزيوت بنسبة 80٪ والذرة بنسبة 60٪، والألبان بنسبة 100٪، والحبوب والأرز بنسبة 30٪.

فالأمر أصبح واضحًا بأن جميع الدول العربية أصبحت مطالبة بشكل حتمي بتعديل سياستها الزراعية لتحقيق أقصى ما يمكنها من نسب الاكتفاء الذاتي من الحاصلات الغذائية لتقليل اعتمادها على استيراد الغذاء من الخارج بعد أن انتهى تماما زمن الغذاء الرخيص طبقا لما أعلنته منظمة الأغذية والزراعة والتي حذرت الدول النامية والفقيرة من أن استمرار استيرادها لغذائها من الخارج سوف يكلف اقتصادياتها الضعيفة مبالغ طائلة قد لا يمكن لها أن تتحمله أو تعود به كثيرا إلى الوراء لتظل في دائرة البحث عن مخرج من دوامة الاقتصاديات الفقيرة أو النامية.

فالعالم العربي ما زال يستورد حتى الآن 50٪ من احتياجاته من الحبوب، 65٪ من احتياجاته من السكر، 75٪ من الزيوت والشحوم، 30٪ من اللحوم والدواجن إضافة إلى أكثر من 50٪ من الألبان ومنتجاتها.

فهل العالم العربي مستعد أن يضاعف من نفقاته على استيراد الغذاء، وأن يظل على نهجه في دعم المزارعين الأجانب والبقاء بعيدا عن الاستثمار الزراعي في السودان ومصر وسوريا والمغرب والعراق وغيرها من الدول الزراعية العربية.

الحاجة أصبحت ماسة أكثر من أي وقت مضى في ضرورة تعديل السياسات الزراعية المصرية والعربية للنهوض بإنتاجنا من القمح والزيت والسكر والذرة والحبوب والبقول، والبحث في الدخول إلى معترك الجيل الثاني لإنتاج الوقود الحيوي من المخلفات الزراعية خاصة ونحن نمتلك الخبرات الفنية والعلمية للعلماء العرب مع الاستثمارات المالية البترولية الكبيرة التي تدعم هذا الإنتاج، إلى أن يتبين لنا نتيجة الصراع الدائر حاليا ولمن ستكون السيادة في النهاية لندرة الوقود أم لندرة الماء والغذاء.



المراجع

المراجع العربية:

- البنك الدولي 2010. تحسين الأمن الغذائي في البلدان العربية باللغتين العربية والإنجليزية.

- البنك الدولي، تقرير التنمية لعام 2008 النسخة العربي: الوقود الحيوي – الفرص والمخاطر.

- بي بي سي علوم وتكنولوجيا 27 أكتوبر 2007: تزايد الإقبال على الوقود الحيوي جريمة ضد الإنسانية.

- الجزيرة نت، 14 يناير 2008: إندونيسيا تسعى لمضاعفة إنتاج الوقود الحيوي إلى مثليه.

- الجزيرة نت، 28 يناير 2008: أوروبا تتجه لتخصيص مساحات إضافية لمحاصيل الوقود الحيوي.

- الجزيرة: أخبار الاقتصاد: أوروبا تتجه لتخصيص مساحات لمحاصيل الوقود الحيوي. 29/ 7/ 2007.

- د عبده جميل المخلاقي، دويتشه فيله 2005: الدول الصناعية تسعى إلى التحرر من عبودية الذهب الأسود.

- دويتش فيله، 5 يوليه 2007: تزايد الطلب على الوقود الحيوي يهدد بارتفاع أسعار المواد الغذائية.

- دويش فيله: 15 ديسمبر 2005: علماء ألمان يتحدثون عن نبتة ستستخدم في المستقبل لتوليد الطاقة (الجاتروفا).

- دويش فيله، 9 يناير 2007: انتعاش كبير لقطاع الطاقة المتجددة في ألمانيا خلال العام الماضي.

- رئيس البرازيل لويز أناسيو لولا دي سيلفا: أفريقيا وأمريكا اللاتينية وثورة الوقود الحيوي. وكالة الأنباء العالمية (أي بي إس) 27/ 1/ 2008.

- شبكة الصين، 6 أكتوبر 2005: الصين تقود العالم في الطاقة النظيفة.

- الشرق الأوسط جريدة العرب الدولية، 4 أكتوبر 2006: الوقود الإحيائي يحل أزمة ويوجد أخرى.. البرازيل تبني 140 مصنعا لإنتاج الإيثانول.

- الشرق الأوسط جريدة العرب الدولية،23 فبراير 2006: ديملر كرايسلر توسع نطاق استخدام الديزل الحيوي.

- مرصد البيئة العربية، 2007: الوقود الحيوي نعمة أم نقمة على البيئة.

- منظمة الأغذية والزراعة – أبعاد التنمية المستدامة: الطاقة: الطاقة وتكنولوجيا البيئة. 2008.

- منظمة الأغذية والزراعة: مركز أنباء المنظمة: توسع استخدام الوقود الحيوي يتطلب إدارة حذرة، 13 نوفمبر 2007.

- منظمة الأغذية والزراعة، مركز أنباء المنظمة 16 إبريل 2006: كبار الخبراء الدوليين يقيمون مزايا وآثار الوقود الحيوي. اجتماع لبحث الانعكاسات بالنسبة للبيئة والأمن الغذائي.

- منظمة الأغذية والزراعة، مركز أنباء المنظمة 25 إبريل 2006: المنظمة تتوقع تحولا رئيسيا نحو الوقود البيولوجي. تزايد الضغوط للانتقال إلى موارد الطاقة الحيوية المتجددة.

- مؤسسة البيان للصحافة والطباعة والنشر، 13 مايو 2005: الوقود الحيوي جدل بيئى واسع واعتراف بأهميته لتقليل عبء فاتورة الطاقة.

- نادر نور الدين محمد (المؤلف) 2009. أزمة الغذاء العالمية وانعكاساتها على السياسة الزراعية المصرية. مركز الأهرام للدراسات الاقتصادية والإستراتيجية – كراسات إستراتجية العدد 200 – القاهرة.

- نادر نور الدين محمد (المؤلف) 2009. الوقود الحيوي ومستقبل إنتاجه في مصر والعالم. الهيئة العامة للكتاب – القاهرة ISBN: 978-977-420-850-3.

- نادر نور الدين محمد (المؤلف) 2010. تغيرات المناخ والقطاع الزراعي ومستقبل الأمن الغذائي العربي. كتاب الخليج – الشارقة.

- نادر نور الدين محمد (المؤلف) 2010. دول حوض النيل بين الاستثمار والاستغلال والصراع. مكتبة جزيرة الورد – القاهرة.

- نادر نور الدين محمد (المؤلف) 2012: الإنتاج العالمي من الأغذية المحورة وراثيا والأغذية العضوية والتقليدية وآثارها على الفجوة الغذائية العربية. مكتبة جزيرة الورد – القاهرة.

- هيئة البيئة أبو ظبي: 13 يناير 2008: وقود من العشب يخفض الانبعاثات بنسبة 94 في المائة.

- وكالة الأنباء العالمية (أي بي إس) يناير 2007: الأمم المتحدة: حرق الطعام جريمة ضد البشرية.

- وكيبيديا الموسوعة الحرة، طاقة حيوية ديسمبر 2007: الطاقة الحيوية والبيئة.

المراجع الأجنبية :

Algal Biomass Association - www.algalbiomass.org.

Auburn University in Alabama - www.auburn.edu.

Australian National University - http://solar-thermal.anu.edu.au/.

Biodiesel in Amazon 2010.World Agroforesty Centre 2010.ICRAF Working Paper no. 113.www.worldagroforesty.org.

Bioenergy and trade developing and sustainable 2011. IEA Bioenergy EXCO 65 Workshop 2011:2. www.ieabioenergy.com.

Biofuels international, Feb. 2007, Issue 1, Vol. 1:Biofuels raw materials.

Business Standard, Sept 20, 2007: Subir Roy: Where's the water to grow biofuels?

Charlott de Fraiture, Mark Giordano and Liao Yongsong, International Water Management Institute, Colombo, Sri Lanka 2007: Biofuels: Implications for agricultural water use.

Clean Edges, Inc.(www.cleanedge.com). Clean Energy Trends 2012, March 2012.

Department of Chemical Engineering, Indian Institute of Technology, Guwahati, India - www.iitg.ernet.in/.

Dufey, A. 2006: Biofuels production, trade and sustainable development: emerging issues, International Institute for Environment and Development, London.

Energy Information Administration, Government of USA - http://www.eia.doe.gov/.

Eric D. Larson, World Bank, March 2006: Lifecycle Analyses of GHG Impact of Biofuels for Transport.

ESMAP, Feb. 2006: Potential for Biofuels for Transport in Developing Countries.

ETA 2006: Biomass and Bioenergy trading in Italy, by IEA Bioenergy Task 40.

FAO - www.fao.org.

FAO 2004: UBET Unified Bioenergy Terminology, Rome.

FAO Newsroom, 13 November 2007: Bioenergy growth must be carefully managed: Global Bioenergy Partnership publishes report on Bioenergy in G8 plus five countries.

FAO Newsroom, 20 November 2007: Opportunities of wood energy production: Greenhouse gas emission and poverty could be reduced, deforestation could increase.

FAO, Natural resources management and environment department 2007: Bioenergy.

FAO/GBEP 2007: A review of the current state of Bioenergy development in G8 +5 Countries.

FAOSTAT 2007: Database of the food and Agric. Org. of UN. (www.faostat.org.)

Fraiture, C. de, D. Wichelns, E. Kemp Benedict, and J. Rockstrom 2008 under press: Scenarios on water for food and environment, Chapter 3 in CA synthesis book. EdsMolden.

Fraiture, C. de; 2006: Integrated Water and Food Analysis at the Global and Basin Level. An application of WATERSIM.Integrated Assessment of Water Resources and Global Change.Water Resource Management.

IEA (International Energy Agency). 2004. Biofuels for Transport: An International Perspective.

Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences - www.qdio.ac.cn.

International Energy Agency (IEA) 2005: Monthly oil market report 11, August 2005.

International Energy Agency (IEA) 2005b: Advanced Motor fuels. Annual Report 2005.OECD/IEA Paris, France.

Iowa's Ethanol/85 Talking Points, May 2012.

—. 2006. Renewable Energy RD&D Priorities: Insights from IEA Technology Programmes.Paris. http://www.iea.org.

—. 2006. World Energy Outlook 2006. Paris. http://www.iea.org.

—. 2007. Renewables Information 2007 Edition: Documentation for beyond 2020Files. Paris.http://wds.iea.org/wds/pdf/doc_renewables.pdf.

—. 2008. Database of Biomass Cofiring Initiatives. Paris. http://www.ieabcc.nl.

—. 2008. IEA Statistics. Paris .http://www.iea.org/ Textbase/ stats/index.asp.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2007. Climate Change 2007: Synthesis Report, Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva.

Malcolm Moore, 11/7/2007: spaghetti is the latest victim of biofuel boom. www.telegraph.co.uk.

Middle East Technical University - www.metu.edu.tr.

Ministry of Energy and Mineral Resources, Jakarta, 13 Sept. 2006: Renewable Energy/Energy and the Clean Development Mechanism.

MPOB (Malaysian Palm Oil Board). 2009. Malaysian Palm Oil Statistics 2008. Economicsand Industry Development Division, Kuala Lumpur.http://econ.mpob.gov.my/economy/EID_web.htm.

National Center for Radiation Research and Technology - www.eaea.org.eg.

NREL - http://www.nrel.gov/.

Oilgae Home of Algae Energy, www.oilgae.com. Comprehensive Oilgae Report, Dec, 2011.

Old Dominion University - www.odu.edu.

Paris. http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2004/biofuels2004.pdf.

Parliamentary Monitoring Group, South Africa - www.pmg.org.za/.

PRAJ Industry Limited India, 19th April 2012, power point presentation.

REN21, 2012: Renewables 2012 Global Status Reports. REN 21 (Paris).

Robert Bacon and Massami Kojima, Oil, Gas and Mining Division funded by ESMAP, March 8, 2006: Coping with Higher Oil Prices.

Royal Netherlands Institute for Sea Research - www.nioz.nl.

Science and department network, August 2007: Biofuel crops could drain developing world dry. Growing biofuels could put pressure on scarce water supplies in poorer countries.

Science and department network, May 2007: News: India gives West Africa US$ 250 m to develop biofuels.

Science and department network, Nov. 2006: Brazil and India join Senegal for biofuel production.

Sintef Fisheries and Aquaculture - www.sintef.no/

The Center of Excellence for Hazardous Material Management in Carlsbad - www.cehmm.org.

The First Institute of Oceanography, State Oceanic Administration - www.fio.org.cn.

The International Institute For Sustainable Development, Nov. 2012 Policy Brief. www.iisd.org/gsi.

The Royal Society, Jan. 2008: Sustainable biofuels, prospects and challenges.

The World Bank 2010: Bioenergy Development Issues and Impacts for Poverty and Natural Resources Management. ISBN: 978-0-8213-7629-4.

The World Bank, 41382: The world development report 2008: Biofuels: The promise and the Risks.

The World Bio; www.biozio.com

TMB Bank, Business Development Department, March 2006: Sustainable Energy and Practice, Financing Issues.

University of Nevada - www.unr.edu.

USA today 2006: Algae- Like a breath of mint for smokestacks by Clayton Merk, 10 Jan.

Water Environment Federation - www.wef.org.

World Bank Group, July 2004-June 2005: Renewable Energy & Energy Efficiency Performance.

World Bank, Massami Kojima, April 25, 2006: Brazil’s Ethano; Experience and its Transferability.

World Bank, Massami Kojima, Bangkok, 28 Aug. 2006: International Experience with Liquid Biofuels.

World watch Institute 2007: Biofuels for transport: Global Potential and Implications of Energy & Agric. London. Earth scan.





■ السيرة الذاتية للمؤلف

- المؤلف من مواليد شهر فبراير 1955 .

- متزوج وله ولدان من خريجي كلية الهندسة جامعة القاهرة .

- د. نادر نور الدين محمد يعمل أستاذا في كلية الزراعة جامعة القاهرة ويشار إليه على كونه واحدا من خبراء الزراعة المرموقين في مصر.

- خبير دولي في بورصات الغذاء والحبوب العالمية ومهموم بمستقبل الأمن الغذائي المصري والعربي.

- سبق أن شغل منصب مستشار وزير التموين بهيئة السلع التموينية ومن قبله مستشارا ثقافيا في السفارة المصرية في الكويت لثلاث سنوات ثم عضوا في الجمعية العامة للشركة القابضة للصناعات الغذائية وأيضا عضوا بلجنة الزراعة والري بالمجالس القومية المتخصصة التابعة لرئاسة الجمهورية.

- متخصص في المياه والتربة واستصلاح الأراضي والتصحر والتدهور وتلوث المياه والترب الزراعية ومنها انطلق إلى حاصلات الاستصلاح والمشروعات القومية وأهم الزراعات المناسبة لكل منطقة.

- له سبع كتب علمية غير أكاديمية عن تغيرات المناخ وأثاره على الأمن الغذائي العربي ثم موسوعة عن الإنتاج العالمي من الحاصلات المحورة وراثيا والأغذية العضوية والتقليدية وانعكاساتها على الأمن الغذائي وكتابا عن دول حوض النيل ومواردها المائية والأرضية ومستقبل الاستثمار والتعاون والاستغلال والصراع.

– أيضا له كتاب عن أزمات الغذاء العالمية وأثارها على السياسة الزراعية المصرية ثم كتيب عن الجيل الأول من الوقود الحيوي والعديد من المؤلفات والمشاركات لمركز الأهرام للدراسات الإستراتيجية ومركز الجزيرة بقطر للدراسات الإستراتيجية والاقتصادية ومركز دراسات الخليج للدراسات الإستراتيجية والاقتصادية بالشارقة بدولة الإمارات والعديد من المقالات الصحفية بمختلف الصحف المصرية والعربية واللقاءات التليفزيونية في مختلف الفضائيات المصرية والعربية والأجنبية.

– وله تعاون مع العديد من المنظمات الدولية مثل البنك الدولي ومنظمة الأغذية والزراعة وبرنامج الغذاء العالمي والهيئة الحكومية الدولية لتغيرات المناخ.

